Geologie

Karl Cäsar von Leonhard

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Geologie

oder

Naturgeschichte der Erde

auf allgemein faßliche Weise abgehandelt

von

K. C. v. Leonhard,
Geheimenrathe und Professor an der Universität zu Heidelberg.

Mit Stahlstichen.

Erster Band.

Stuttgart.
E. Schweizerbart's Verlagshandlung.
1836.

Digitized by Google

Digitized by Google

Populäre Vorlesungen

über

Geologie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Meine Absicht ist: das geologische Wissen zu einem Gemeingute aller Gebildeten zu machen, und diese, indem man ihnen neue Quellen von Belehrung und von Unterhaltung aufschließt, eines der schönsten Genüsse theilhaftig werden zu lassen. In die Förderung der Wissenschaft dürfte mein Streben viel wesentlicher eingreifen, als vielleicht für den ersten Augenblick scheinen möchte; denn allen Gebildeten bekannt und befreundet, wird das Wissen den eigentlichen Forschern um so viel mehr Reitz gewähren und Genuß bringen. — Die wohlwollende

Digitized by Google

Aufnahme, deren ſich meine populären Vorträge über Geologie, vor dem geſelligen und befreundeten Kreiſe der Bewohner Heidelbergs, erfreuten, gaben den Beweis, daß die Sache nicht unausführbar ſey, daß es nur einiger Anregung bedarf, um lebhaftes Intereſſe zu wecken. Die Aufgabe, deren Löſung ich verſuchte, war ſchwierig; dieß werden Männer vom Fache nicht verkennen. Einmal ſollte der Wiſſenſchaft, ohne ihrer Würdigkeit Eintrag zu thun, eine Seite abgewonnen werden, wodurch man hoffen durfte, die Aufmerkſamkeit Derjenigen zu erregen, denen die Geologie bis dahin fremd geblieben, von welchen vielleicht Manche ſelbſt in ungünſtigen Vorurtheilen befangen geweſen; ſodann hatte ich einen Zuhörer-Kreis, von dem nur zum Theil die große Maſſe mannigfaltiger Vorkenntniſſe erwartet werden konnte; und für Alle ſollte der Vortrag ſachgemäß belehrend und verſtändlich ſeyn. Indem ich meine Ueberzeugungen und Erfahrungen, geologiſche Gegenſtände betreffend, mit beſcheidener Zuverſicht darlegte, ſo gedrängt als es geſchehen konnte, ohne unvollſtändig zu bleiben, hatte ich ſtets Sorge, Belehrendes und Unterhaltendes wechſeln zu laſſen. Alle Thatſachen, die zur Sprache kamen, wurden durch mannigfaltige und ergreifende Beiſpiele erläutert, durch Bei-

Digitized by Google

ſpiele entnommen von Natur-Erſcheinungen, oder in Beziehung ſtehend mit Dingen des täglichen Lebens, mit Gewerben und Künſten. Indem auf ſolche Weiſe vielartige, aber dennoch im nächſten gegenſeitigen Verbande befindliche, Beobachtungen an einander gereiht und mit einander verflochten wurden, litt allerdings die ſtrengere wiſſenſchaftliche, die rein ſyſtematiſche Anordnung; ich ſchmeichle mir indeſſen, meinen Zweck keineswegs verfehlt zu haben. Jene Beiſpiele blieben nie ohne unmittelbare Wirkung, ja es zeigten ſich dieſelben in mehr als einer Hinſicht Gewinn bringend. Durch ſie erhielten die theoretiſchen Entwickelungen mehr Wahrheit und Leben, und zugleich gab ihre Aufzählung Gelegenheit, manche Vorurtheile zu beſeitigen, irrige Meinungen zu berichtigen, den, auf unvollſtändigen Beobachtungen beruhenden, Volksglauben aufzuklären, um ſo meine Hör-Verſammlung auf faßliche Weiſe mit Begriffen und Erfahrungen zu bereichern und ihr immer freiere Anſichten zu erwerben.

Der Gedanke einer populären Darſtellung der Geologie iſt keineswegs erſt jezt in mir entſtanden, ſeit Jahren war ich mit Vorarbeiten für ein ſolches Unternehmen, mit Sammeln des vielartigen Stoffes

Digitized by Google

beſchäftigt. Allein ich mißkannte die großen Schwierigkeiten nicht; manche ſchienen mir unüberwindlich. Durch die erwähnten Vorträge gewann ich Muth zur Ausführung; ja ich will mit aller Freimüthigkeit bekennen, daß mich dieſelben zu nicht wenigen Anſichten leiteten, welche mir außerdem vielleicht fremd geblieben wären. England und Frankreich haben ſeit mehreren Jahren ihre populären Geologieen, und die Bücher entſprechen in der That theilweiſe ihren Zwecken. In Deutſchland — wo man längſt von bewährter Hand verfaßte populäre Naturlehren und Aſtronomieen aufzuweiſen hat — wird ein Werk ſolcher Art vermißt. Und darin liegt wohl mit der Grund, daß, während die Geologie in Frankreich, und mehr noch in England, ſeit neueſter Zeit ein Lieblings-Studium geworden, ſich die Wiſſenſchaft in unſerem Vaterlande noch nicht ſolcher Gunſt erfreut.

Um nicht zu entmuthigen durch den Mangel an Hülfs-Kenntniſſen, um die Leſer mühſeliger und ſchwieriger Vorarbeiten zu entheben, ſoll in der Naturgeſchichte der Erde aus dem Gebiete der Phyſik und der Chemie, wie aus jenem der Mineralogie, das Fruchtbarſte und Nothwendigſte, beſtimmt, faßlich und ſo abgehandelt werden, daß die unmit-

Digitized by Google

telbare Anwendung auf geologiſche Beziehungen nie aus dem Auge verloren wird.

Die Quellen, aus denen ich ſchöpfte, habe ich nur hin und wieder genannt. Oeftere literäriſche Nachweiſungen würden gegen den Zweck des Werkes, und für Viele läſtige und nutzloſe Zugaben geweſen ſeyn. Meine mineralogiſchen und geologiſchen Hand- und Lehrbücher können für ſolche Abſichten verglichen werden; aus ihnen ergibt ſich, daß es nicht mein Brauch iſt, ungerecht gegen fremdes Verdienſt zu ſeyn.

Was bei den mündlichen Erörterungen mir ſo weſentlich zu Statten kam, was dieſen einen mächtigen Vorzug verlieh, die reichhaltige und vielartige Demonſtration, werde ich bei dem Buche, in ſo weit es möglich iſt, durch Abbildungen zu erſetzen ſtreben. Bilder ſind für Schriften wie die, welche ich beabſichtige, eine unentbehrliche Zugabe, ſie erklären gar oft mehr, als durch Worte geſchehen kann. Mein, ſeit einigen Jahrzehnden zuſammengeſtellter, geologiſcher Atlas verſpricht für ſolche Zwecke reiche Ausbeute, und bei ſorgfältigſter Wahl der Gegenſtände, ſoll ſtets darauf geſehen werden, daß die Bilder in mehrfacher Hinſicht belehrend und anziehend erſcheinen.

Digitized by Google

Nur eine Bemerkung noch; sie gilt der Vorlesung über Bergbau, der ersten in der Reihe. Ich entwickelte diesen Gegenstand mit besonderer Ausführlichkeit; die Gründe leuchten ein, darum fürchte ich keinen Tadel. Bei andern, mehr allgemein gekannten, Materien, werde ich mich dagegen oft auf bloße Andeutungen beschränken.

Heidelberg, im December 1835.

Digitized by Google

Erste Vorlesung.

Hülfs-Quellen der Geologie. — Aufschlüsse, durch den Bergbau gewährt. — Näheres über Bergmanns-Arbeiten.

Bei der Frage: wie die Erde, deren Oberfläche vom Menschen bewohnt wird, in ihrem Innern beschaffen sey? sehen wir uns allerdings auf einen, im Verhältniß zum großen Ganzen, sehr beschränkten Kreis von Erfahrungen verwiesen. Wo durch tiefe Thal-Einschnitte, durch Hinwegführungen von Felsmassen, Folgen mehr oder weniger gewaltsamer Katastrophen, Erdbeben, Bergstürze, Fluthen u. s. w., die Erdrinde aufgedeckt worden; wo der geschäftige Bergmann eindrang in die Tiefe, oder überhaupt wo Menschen-Hände thätig gewesen in solcher Beziehung: nur da ist Gelegenheit geboten, sich einige nähere Kenntniß zu verschaffen. — Es gibt Landstriche, in welchen Strom-Ufer die einzigen Stellen sind, wo das Auge des Beobachters bis zu gewisser Tiefe ins Innere hinabreicht. An andern Orten gewähren Mauerartige Abhänge der Meeres-Küste, deren Gestein-Wände auf weite Strecken entblößt sind, die größte Leichtigkeit, um Lage der Massen und Natur der Gebirgsarten zu untersuchen. Wo tobende Wogen und Brandungen stets an steilen Felsen-Randen nagen, da untergraben sie solche nicht selten, und das Mannigfaltige

der Schichten tritt sodann deutlicher hervor. Nicht weniger belehrend sind Steinbrüche, zumal jene, die man weit in Felsmassen hineinarbeitete. Die werthvollsten Stützpunkte geologischer Forschungen aber lieferte ohne Widerrede der Bergbau. Zwischen Geologie und Bergbau haben so viele nahe und mannigfaltige Beziehungen statt, daß letzterer, in der Reihe der Hülfs-Kenntnisse für unsere Wissenschaft, eine der wichtigsten Stellen behauptet. Zudem ist das Gewerbe ganz eigenthümlicher Art; es erfordert, neben unermüdlicher Geduld, neben hartnäckigem Fleiße und beständiger Wachsamkeit, viel Muth und kühnen Entschluß; sicher wünschen deßhalb nicht wenige unter Ihnen einige nähere Aufklärung darüber zu erlangen, und ihre Vorstellungen zu berichtigen. Sie sollen hören, welche Hindernisse zu überwinden, was für Entbehrungen und Beschwerden zu ertragen, was für Wagnisse zu bestehen sind; denn es läßt sich, in solcher Hinsicht, des Bergmanns Handthieren wohl den Fahrten auf dem Meere vergleichen. Man kennt Gegenden, wo von 10,000 Arbeitern, die der Bergbau beschäftigt, jährlich ungefähr sieben ihr Leben in den Gruben einbüßen, und nahe an zweihundert mehr und weniger verstümmelt, oder auf andere Weise beschädigt werden. In gewissen Landstrichen sollen sogar von 250 Bergleuten zwölf bis sechszehn im Jahre ihren Tod in den Gruben finden. — Einige bergmännische Einsicht ist nothwendig, um bei Wanderungen im Gebirge alle Vortheile zu benutzen, welche die, durch Gruben aufgeschlossenen, Stellen gewähren. Sie müssen darum den Schauplatz kennen lernen, auf dem man zu einem nicht geringen Theil der werthvollsten und wichtigsten geologischen Ueberzeugungen gelangte. Und wenn Sie demnächst sich in Verwunderung verlieren, über die Metall-Schätze, von der Natur an so vielen Stellen in den Erdtiefen mit verschwenderischer Hand niedergelegt, so werden Sie zugleich staunen, über

Macht, Furchtloſigkeit und erfinderiſchen Sinn der Menſchen, womit ſie jene Schätze zu heben und an den Tag zu fördern wiſſen.

Allerdings wird es ſchwierig ſeyn, bei denjenigen unter Ihnen, für welche der Gegenſtand gänzlich neu iſt, ein getreues Bild zu erwecken, und ich weiß nicht, ob ich mich deutlich genug werde auszudrücken vermögen; denn die Phantaſie macht ſich nicht leicht eine Vorſtellung vom Leben und Treiben in den Tiefen, von allen merkwürdigen Erſcheinungen, die mitunter von ſeltener Größe und Furchtbarkeit ſind. — Ein eigenes Gefühl, ein geheimer Widerwille ergreift den nicht Eingeweihten beim Durchwandern der unterirdiſchen Welt. Der bloße Anblick ſteiler Leitern, auf denen Menſchen ſich kühn hinabwagen, um, entfernt von der bewohnten Oberfläche, den Schätzen der Erde nachzugraben, hat für das ungewohnte Auge etwas Entſetzendes; man fühlt ſich von Schauer durchbebt, von Schwindel ergriffen. Die neben und über- und unter einander vorhandenen, nach mehreren Seiten hin ausgedehnten, Gänge, von denen manche in geheimnißvoller Ferne endigen; die Gewölbe und die hohen Hallen, wie ſolche in großen, ſeit undenklicher Zeit betriebenen, Bergwerken vorhanden ſind; dieſes Labyrinth, in dem man ohne Führer ſich nicht zurecht finden würde; der matte Schein kleiner dampfender Lampen in den finſtern Räumen, und hin und wieder ſtärkere Lichtmaſſen, aus denen ſonderbare Geſtalten, gleich ſchwarzen Schatten, hervorkommen, um bald wieder zu verſchwinden; die Stille, nur unterbrochen von den klirrenden und ſchrillenden Hammer-Schlägen der Bergleute, die hier ihre Tage in mühſamer Thätigkeit hinbringen, vom Rauſchen der Waſſer, vom Knarren und Dröhnen der Räder, vom eintönigen Geräuſche und Raſſeln der Maſchinen, beſtimmt Erze aus dem Grunde heraufzuziehen; dann wieder Erſchütterungen, durch unterirdiſche Exploſionen veranlaßt,

Digitized by Google

einzelne Schüsse, die, gleich starken Kanonen-Schlägen, durch den Wiederhall vervielfältigt werden, bis sie endlich in fernem Beben sich verlieren, oder der Donner einer Mine, welcher langsam in den Räumen fortrollt; die ängstliche Lage, das Wiederwärtige und Beklemmende in Gängen, so niedrig, daß man nur sehr gebückt sich fortbewegen kann, und stellenweise zwischen herabgestürzten Trümmern wandeln, und darüber hinaus schreiten muß; das bange Gefühl, ganz nahe über dem Haupte das „hängende Gestein" zu haben, Felsmassen, die mit ihrem gewaltigen Gewichte drohen; der Schrecken, das unwillkürliche Entsetzen beim Hinabschauen in Weitungen von erstaunlichem Umfang und von furchtbarer Tiefe. Alles trägt dazu bei, einen Anblick zu gewähren, und Eindrücke zu erwecken, die wenige ihres Gleichen finden.

Mit Wanderungen in Bergwerken sind sonach der Anstrengungen, Beschwerlichkeiten und Gefahren gar mancherlei verbunden. Aber diese sollen keineswegs abschrecken, und nicht leicht wird es Jemand bereuen, eine solche „Fahrt" unternommen zu haben; „Fahren" ist der allgemeine Ausdruck für Wanderungen in Gruben; der Bergmann „fährt", wenn er, selbst mit gebücktem Körper, in Gruben hin- und hergeht, wenn er auf steilen Leitern hinab oder aufwärts steigt, er „fährt", wenn er an Seilen hinunter gelassen, oder herauf gewunden wird. — Der Aufenthalt in der Tiefe ist reichlich belohnend, durch vielseitige Belehrung; und verweilen wir einige Zeit in Gruben, so empfinden wir ein angenehmes, mit Furcht und Sicherheit gemischtes Gefühl.

Auch in psychologischer Hinsicht kann der Besuch von Bergwerken nur lebhaft interessiren. Man lernt eine Volksklasse näher kennen, die ganz abgesondert dasteht; eine Volksklasse, die, obwohl sie in Räumen, welche nie vom Strahle des Tages beleuchtet werden, mühseliger Arbeit Preis erndtet, dennoch ein

Digitized by Google

freies, fröhliches, harmloses Leben führt, und, bei Ehrlichkeit, Fleiß und Mäßigkeit, ihren besonderen Gebräuchen, und den Trachten, aus alter Zeit abstammend, treu geblieben ist. Sitten-Maler, welche die Spanische Nation ihrer Trägheit wegen angeklagt, hätten den Charakter derselben nicht bloß innerhalb des Weichbildes gewisser Städte erforschen sollen, wo die Menschen durch Elend und Bettelei stumpf und dumm geworden. In den Gebirgen von Estremadura würden sie ein arbeitsames, thätiges Volk gefunden haben, ein Volk, dem die Eroberer von Peru und Mexiko ihre ganze Vollkraft als Erbe hinterließen. — Allerdings stehen dieser Regel auch Ausnahmen entgegen. So hat der rohe, trunkene, von keinem geselligen Bande gefesselte, Gruben-Arbeiter Indiens kaum eine Aehnlichkeit mit dem schlichten und dürftigen Europäischen, und namentlich mit dem Deutschen Bergmanne, den Jeder mit einer, nicht immer von Bedauern freien, Achtung ansieht. In Süd-Amerika macht die Bergbau-treibende Bevölkerung den unangenehmsten Eindruck, und dieser erreicht im *Cerro de Pasco* (Peru) seine höchste Stufe. Das ganze Treiben und Wesen der Bergleute, so berichtet Poeppig, ihr Unzuverläßiges und Wortbrüchiges, ihre selbstverschuldete Armuth bei großer Verschwendung und Liederlichkeit, bewirken, daß man dem Umgange mit Menschen ausweicht, die nur von der Möglichkeit zu reden wissen, einst noch in Silberbarren wühlen zu können, die den Gegenstand ihres Berufes nicht mit der Ruhe von Männern abhandeln, welche nur ihr Geschäft lieben, sondern mit der fieberischen Leidenschaft unglücklicher, für alles Andere abgestorbener Spieler. Ueberfluß an Silber und allgemeine Weichlichkeit des Volkes, hinderte bessere Bildung von Jugend an. Im ganzen Systeme des Bergbaues liegt der Keim moralischer Verderbniß für Gruben-Besitzer, wie für ihre Arbeiter. Die Zerstörung des Wohlstandes durch eine Revolution hat allerdings

Digitized by Google

das Uebel vergrößert; aber schon in alter Zeit galten die „*Mineros*“ unter ihren eigenen Landsleuten nicht für die ehrenwertheste Klasse der Bevölkerung. In Mexiko traut man, nach Burkart's Zeugniß, der Ehrlichkeit des Bergvolkes so wenig, daß Gruben, welche reiche Erze liefern, mit hohen Mauern umgeben, daß eigene Wächter aufgestellt werden. Bei aller-Vorsicht ist jedoch die Entwendung von Erzen nicht zu verhüten; die Arbeiter gehen fast entkleidet in die Gruben, sie lassen aber kein Mittel, keine List unversucht, um zu stehlen und das Gestohlene zu verbergen.

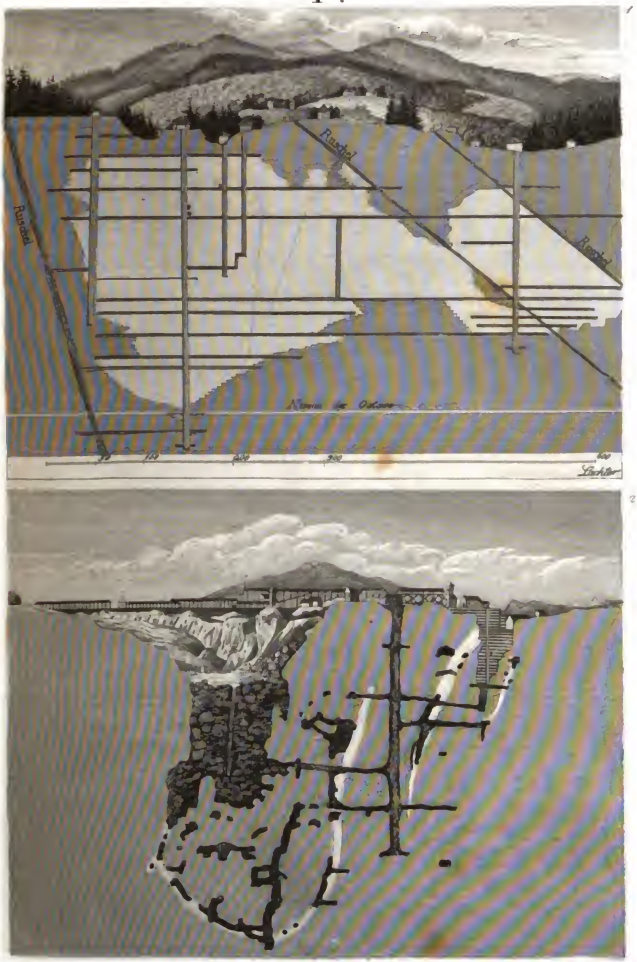
Indem ich mich anschicke, die nothwendigsten Betrachtungen über Bergbau einzuschalten, bemerke ich im voraus, daß ich Sie mit mannigfaltigen Kunst-Ausdrücken vertraut zu machen habe; allein diese sollen Ihnen, aus Gründen, welche später einleuchten werden, im Verfolg unserer Unterhaltung wohl zu statten kommen. Bei allen Kenntnissen, die man zu erwerben sucht, ist es nothwendig, daß eine mehr oder weniger neue Sprache erlernt werde. Jede Wissenschaft, jede Kunst, jedes Gewerbe, haben ihre besonderen Ausdrücke, die ihnen entweder eigenthümlich angehören, oder, wenn sie sonst bräuchlich sind, hier nur im gewissen beschränkten Sinne angewendet werden. Man nennt solche Ausdrücke technische, nach dem Griechischen, worin daß Wort *Techne* so viel sagen will, als Kunst. Das Erlernen dieser Worte ist eine der zu überwindenden Schwierigkeiten; aber diese dürfen nicht einschüchtern, und um so weniger, da jene Worte große Vortheile gewähten. Sie drücken das, was man sagen will, genau und auf kürzeste Weise aus. Wie viele Worte bedürften Maler und Musiker, diese, um die künstlichen Stimmen-Wendungen, die mannigfaltigen Gesang-Verzierungen, jene um die endlosen Abstufungen von Licht und Schatten, und von Farben-Gemischen anzugeben, welche die Wirkungen hervorbringen, die

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

I.



Carlsruhe im Kunst-Verlag

Digitized by Google

Digitized by Google

mit den einzigen Worten Coloratur und Haltung bezeichnet werden. — Der Bergmann redet eine ganze eigene, Andern fremde Sprache; man muß sie inne haben, um sich in sein Wesen zu finden, um sich mit ihm zu verständigen. Darum kann ich diese Kunst-Ausdrücke nicht vermeiden, selbst auf die Gefahr hin, daß manche unter Ihnen mich der Pedanterei beschuldigten.

Was den Ursprung des Bergbaues betrifft, so will ich bemerken, daß er ins früheste Weltalter hinabreicht; wann die Menschen zuerst Metalle „gruben", wissen wir nicht. Schon Moses nennt den Thubal Kain einen Meister in Erz und Eisen. Zu den ältesten Bergwerken gehören ohne Zweifel die Asiatischen. Sehr wahrscheinlich entdeckte man gewisse Metalle, namentlich die edlern, in Körnern, in größeren Stücken und in ganzen Massen am Tage liegend, oder nahe unter der Erd-Oberfläche, so daß es bloß des Zusammenraffens bedurfte, oder daß sie mit geringer Mühe gefördert werden konnten. Der Nutzen, den dieselben gewährten, veranlaßte die Aufsuchung der Schätze in der Tiefe. Vieles von dem, was Hiob im XXVIII. Kap. sagt, dürfte auf Bergbau zu beziehen seyn. Aegypten hat Spuren sehr alter Gruben aufzuweisen. Nach Spanien brachten die Phönicier den Bergbau. Die Geschichte Portugiesischer Gruben verliert sich in den Zeiten der Karthager, Römer und Mauren. In Deutschland hatte man, wie Tacitus berichtet, in der Rhein- und Main-Gegend, bereits im ersten Jahrhundert Silber-Bergwerke. Manche Grubenbaue auf dem Harze stammen aus dem zehnten Jahrhundert. Freiberg, die vorzüglichste Bergstadt Sachsens, dürfte zwischen 1168 und 1180 gegründet worden seyn.

Bergbau und Geologie unterstützen sich gegenseitig, und klären einander wechselweise auf. So wie der Geolog einen großen Theil der gewichtigsten Thatsachen über den Bau unserer Erdrinde den Arbeiten und Wahrnehmungen des Bergmanns verdankt, so

Digitized by Google

kann dieser gewisse geologische Erfahrungen nicht entbehren, wenn es sich darum handelt, im Gebirge nutzbare Mineralien aufzusuchen, Erze, Edelsteine, Kohlen oder Steinsalz. Wer den einfachen und sichern, von der Geologie vorgezeichneten Weg verläßt, lauft Gefahr, im Lande der Träumereien zu verirren, und das ist besonders bedenklich bei Unternehmungen, die, wie Bergwerke, zu den glänzenden und vielversprechenden, zugleich aber auch zu den kostspieligen, und nicht selten zu den täuschenden gehören.

Seeleute und Jäger ausgenommen, dürfte es kaum einen Stand geben, bei dem mehr Aberglauben zu treffen wäre, als bei Bergleuten. Die Ursachen sind in der abgeschiedenen Lebensweise zu suchen, in physischen Veranlassungen zu Täuschungen mannigfacher Art, selbst in Gefahren, die zu bestehen sind, im ewigen Kampfe mit den unterirdischen Mächten, mit den Elementen; Vieles muß dem gemeinen Bergmanne räthselhaft bleiben, und selbst die Aufklärung unserer Zeit hat, in manchen Gegenden, die dunkle Furcht vor geheimnißvoll waltenden höhern Naturkräften nicht ganz vernichten können; daher die Sagen von neckenden und verfolgenden Berg-Geistern, von Berg-Kobolden.

Ueber das Auffinden von Metall-Gängen und Erzadern bestehen Erzählungen, die mitunter an das Seltsame und Mährchenhafte grenzen. In Spanien sollen Schäfer Silber-Ablagerungen entdeckt haben, indem sie an Stellen, wo Wälder durch Abbrennen gelichtet worden, das geschmolzene Metall auf dem Boden fanden. Die Entdeckung der berühmten Silber-Erze von Potosi in Peru (1545) schreibt man einem Indischen Jäger zu. Er riß einen Strauch aus der Erde, dessen Wurzeln mit Faden und Drähten reinsten Silbers umschlungen waren, die sich als Ausläufer einer gewaltigen Metall-Masse erwiesen. Ein nach Holz suchender Armer stieß zuerst auf die so reichen Haufwerke von Silber, welche der dürre Boden von Copiapo in Chile umschließt (1832). Innerhalb

Digitized by Google

der ersten vier Tage waren schon sechszehn Silber-Adern aufgefunden, nach kaum drei Wochen wuchs die Zahl derselben auf vierzig an. Von der Entdeckung der Bergwerke zu Kremnitz und Schemnitz in Ungarn wird erzählt, „daß sie durch erschossene Hasel- und Rebhühner geschehen sey, in deren Eingeweiden man viele Goldkörner, wie bei anderen Thieren Sand, gefunden habe.“ Unfern Brunswick, in den Nord-Amerikanischen Freistaaten, soll eine sehr reichhaltige Kupferader dadurch aufgefunden worden seyn, daß Vorübergehende in später Nachtzeit an der Stelle blaue Flammen bemerkten, die sechs Fuß hoch vom Boden emporloderten, aber bald wieder erloschen. Beim Nachgraben zeigten sich, wie erzählt wird, mehrere Klumpen von Gediegen-Kupfer. Unter den Siebenbürgischen Bergleuten herrschte der Glaube, daß Flammen, welche man an der Erd-Oberfläche wahrnähme, das Vorhandenseyn metallischer Adern in der Tiefe anzeigten. — Selbst Born — der sich um das Oesterreichische Bergwesen so wohl verdient gemacht, und als achtbarer Gewährsmann zu nennen ist — erzählt, daß „Flammen-Ausbrüche einer brennbaren Luft“ im Nagy-Ager Walde zur Entdeckung der dortigen reichen Erz-Lagerstätte geführt hätten. Zu Falun in Schweden, berühmt durch seine reichen Berge, lebt noch jezt die Volks-Sage, es sey ein Hirsch gefangen worden, dessen Geweih mit einer ockerigen Rinde ganz bedeckt gewesen wäre u. s. w. Wie viel Wahrheit in diesen und andern Geschichten seyn mag, läßt sich leicht ausscheiden; manche überschreiten die Grenze des Glaublichen. — Columbus — der übrigens selbst das Gold als einen der heiligen und geheimnißvollen Schätze der Erde betrachtet zu haben scheint — erzählt, zu seiner Zeit habe bei den Eingebornen auf Hispaniola die aberglaubische Meinung geherrscht, daß, wolle man Gold suchen in den entfernten Gebirgen, man sich an strenge Fasten und andere Entbehrungen halten müsse.

Digitized by Google

Ein recht auffallendes Beispiel bergmännischen Aberglaubens, und zugleich einen Beweis, wie schwer es überhaupt wird, im Volkswahne festgewurzelte Meinungen auszurotten, gewährt das Orakel älterer Zeit, die Wünschelruthe. In Deutschland, wo dieselbe, so viel man weiß, im eilften Jahrhundert in Brauch gekommen, hat sie nun ihr Ansehen fast gänzlich verloren. Während Einige die Eigenthümlichkeiten der Ruthe für Wirkungen des Zufalls, oder für Selbst-Täuschung ansahen, galten sie Andern schon als phantastische Spekulationen, als Betrügereien, bis endlich die Meisten zur Ueberzeugung gelangten, daß der Gebrauch solcher Mittel, um Erze oder Wasser aufzusuchen, dem gesunden Menschen-Verstande und den Natur-Gesetzen widerstreite, daß das Spiel der Ruthe durch niedrige Kunstgriffe, durch Druck und unmerkliche Drehung der Hand-Gelenke, bewirkt werde, daß man derselben jede beliebige Neigung geben könne, ohne daß eine Bewegung der Hand des Ruthenschlägers sichtbar sey. In Frankreich erschien, vor nicht sechszig Jahren, ein Buch, in dem die Wirksamkeit der Zauberruthe auf das Hartnäckigste vertheidigt, ja mit den Gesetzen des Magnetismus und der Elektricität verglichen wurde. Nach dem Glauben gemeiner Bergleute in Cornwall — wo die Wünschelruthe durch einen Spanischen Renegaten eingeführt worden — wirkt sie nicht, sobald man nur den mindesten Zweifel gegen ihre Unfehlbarkeit aufkommen läßt. In gewissen Gegenden des nördlichen Amerika soll die Wünschelruthe noch Anhänger haben; wenigstens war dieß vor nicht langen Jahren der Fall, und man bediente sich ihrer besonders zum Aufsuchen von Quellen.

Mit wenigen Worten will ich Ihnen sagen, was es mit jenem Talisman, und seinen geheimnißvollen übernatürlichen Zeichen, für ein Bewenden hatte.

Die Wünschelruthe, *Virgula divinatoria*, ist ein gabel-

förmiger Zweig irgend eines Baumes mit glatter Rinde; in gewissen Gegenden wählte man vorzugsweise Hasel-Ruthen. Bei gehörigem Stande des Mondes geschnitten, sollte der Zweig dienen, um vergrabene Schätze anzuzeigen, um Adern edler Metalle und Lager von Steinsalz zu entdecken, so wie das Vorhandenseyn unterirdischer Quellen. Nicht in Jedermanns Hand äußerte die Ruthe ihre sonderbare Thätigkeit; wie bei Wundermännern, Wasser-Propheten und Erz-Fühlern war es nothwendig, in gewissen Monaten geboren zu seyn; eine warme weiche Hand kam besonders zu statten. Der Ruthenschläger faßte beide Enden des Zweiges, so daß der Stiel, in dem sie zusammenliefen, aufwärts gekehrt war. An Stellen, wo Erze u. s. w. verborgen lagen in der Tiefe, drehte sich das prophetische Auge der Zauberruthe langsam, und endlich so weit, daß der Stiel seine Stellung völlig geändert hatte, und senkrecht nach unten wieß, unverändert auf eine Stelle zeigend, wie die Magnet-Nadel nach Norden. Dabei nahmen Manche, die sich der Ruthe bedienten, gewisse Feierlichkeiten vor; sie zogen einen magischen Kreis, der nicht überschritten werden durfte, sie verbrannten Kräuter und Specereien, sprachen geheimnißvolle Worte, oder lasen selbst Beschwörungs-Formeln ab.

Zu den einfachsten bergmännischen Arbeiten, die gar oft auch bei bloß geologischen Untersuchungen nicht zu entbehren, gehören das Schürfen und das Ueberröschen. Beim Schürfen wird die Erde, in senkrechter Richtung, geöffnet; so kann man über die Beschaffenheit tiefer liegender Felsarten sich belehren, auch von etwa vorhandenen Erzen oder Kohlen u. s. w. Kenntniß erhalten. Mit dem Ueberröschen verbindet man die nämlichen Absichten, nur wird die Oeffnung mehr grabenartig und auf größere Länge geführt.

Ins Innere der Gebirge dringt der Bergmann in söhliger oder in mehr und weniger seigerer Richtung ein, mit

Digitized by Google

Stollen oder mit Schachten, er teuft Gesenke ab, oder er treibt Strecken. Wir wollen diese verschiedenartigen Baue — zu deren Versinnlichung die Figuren 1 auf Tafel I und III bestimmt sind — sogleich näher kennen lernen; zuvor die Bemerkung, daß in der Bergmanns-Sprache unter söhlig so viel verstanden wird, als wagerecht oder horizontal, d. h. wie die Oberfläche ruhigen Wassers, und daß seiger mit senkrecht oder vertikal gleich bedeutend ist, d. h. die Richtung von der Erd-Oberfläche gegen ihren Mittelpunkt angibt, jene, welche ein aufgehängter gewichtiger Körper, zum Beispiel eine Bleikugel an einem Faden schwebend, annimmt.

Die, als Stollen bezeichneten, Zugänge ins Gebirge — deren Oeffnung am Tage man das Mundloch nennt — haben in der Regel genug Höhe und Weite, um ohne Unbequemlichkeit darin aufrecht zu gehen. Im Rathhaus-Berge im Salzburgischen mißt ein Stollen, der sogenannte hohe Ausbruch, 12 Fuß Höhe und 7 Fuß Weite. Er wurde ganz mit Schlägel und Eisen betrieben, was, wie wir gleich hören werden, so viel sagen will, als ausgehauen; eine schöne, aber zwecklose Steinmetz-Arbeit. — Die Längen-Erstreckung der Stollen ist mitunter sehr beträchtlich; der tiefe Georg-Stollen auf dem Harze, zieht, die seitlichen Verzweigungen nicht gerechnet, in einer Richtung drei Stunden weit. — Sehr selten sieht man Berge ganz durchbrochen mit Stollen. Am oben erwähnten Rathhaus-Berge geht der berühmte, 19,500 Fuß lange Christoph-Stollen durch den ganzen Berg hindurch, so daß man an seiner Nordost-Seite „anfahren", an der Südwest-Seite aber „ausfahren" kann.

Schachte sind senkrechte, oder doch mehr und weniger geneigte Zugänge ins Gebirge, die sich geräumigen Schornsteinen vergleichen lassen. Die Oeffnung eines Schachtes am Tage heißt

Mundloch, wie beim Stollen; das Unterſte, das Ende im Gebirge, wird als „Sumpf“ bezeichnet.

Zum Hinab- und Hinauffahren in Schachten ſind die Vorrichtungen und Anſtalten ſehr verſchieden. In den häufigſten Fällen dienen einfache, ſeltener Doppel-Leitern (Fig. 5, Taf. II), Fahrten, wie man ſie nennt. Die Doppel-Leitern werden unter andern im Salzwerke bei Hallein getroffen, deſſen denkwürdige Verhältniſſe wir demnächſt ausführlicher kennen zu lernen haben. — Andere Schachte ſind durch Treppen zugänglich gemacht, durch Stufen, die in den Fels gehauen, auch gemauert oder gezimmert werden. Im letztern Falle dienen ſtarke Balken als Tritte.

Es gibt nicht viele Gruben, wo Stiegen bis hinab ins Tiefſte reichen. Zu Falun in Schweden führen bequeme, mit Geländern eingefaßte, Holz-Treppen, in eine Tiefe von 1200 Fuß. Hier findet man das Verſammlungs-Zimmer der Berg-Beamten, in welchem ſich dieſelben berathen, wenn ſie das Werk unterſuchen. Die runde Weitung iſt mit Holz-Getäfel verſehen; um den Tiſch ſind Bänke angebracht, ein Eiſen-Leuchter hängt von der Decke herab. Nach alt herkömmlicher Sitte mußte jeder Schweden-König, einmal wenigſtens während ſeiner Regierung, jenen unterirdiſchen „Saal“ beſucht haben. Viele Namen gekrönter Häupter ſind hier zu leſen. — Pferde, die bei den unterirdiſchen Arbeiten gebraucht werden, können auf jenen Treppen, ohne auszugleiten, ſicher hinab und in die Höhe kommen. — Im Lezko-Schachte zu Wieliczka ließ Auguſt der Dritte, König von Polen, als er das Werk beſehen wollte, um des Gefahrvollen und Mühſeligen enthoben zu ſeyn, eine Wendeltreppe von 470 Stufen anlegen. Auch in mehreren Ural'ſchen Gruben „fährt“ man auf Treppen in die Tiefe.

Das Hinunterlaſſen in Schachte, wie das Heraufziehen aus

Digitized by Google

denſelben, vermittelſt ſtarker Seile, oder Eiſen-Ketten, welche durch Haspel (Fig. 6, Taf. II), auch durch Dampf-Maſchinen bewegt werden, gehören zu den weniger allgemein bräuchlichen Weiſen. Bei der Fahrt auf dem Knebel, wie ſolche unter andern in den Steinkohlen-Gruben unſern Zwickau im Brauche iſt, ſitzt der Bergmann auf einem runden, am Seile befeſtigten, Holzſtück. (Fig. 6, Taf. II). In Ungarn, Böhmen und Galicien bedient man ſich zum Ein- und Ausfahren in ſeigeren (ſenkrechten) Schachten, der Grubenſeile, woran ſogenannte Knechte befeſtigt ſind. Ein Knecht beſteht aus zwei ſtarken Leder-Gurten, einer derſelben gibt den Sitz ab, der andere bildet eine Art Lehne, an welcher der Rücken ruht. In Ungarn hängen drei, zu Wieliczka ſogar zehn ſolcher Knechte übereinander am Treibſeile, in gegenſeitigen Entfernungen von ſieben bis vierzehn Fuß. Die im oberſten und im unterſten Knechte Sitzenden leiten die Fahrt, und müſſen alles Anſtreifen an der Schacht-Zimmerung zu hindern ſuchen; denn bliebe man an einem Nagel, an einem Brette hängen, ſo wäre die Rettung vom Sturtze in Tiefen von 1400 bis 2100 Fuß, als der ſeltenſte Glückszufall zu betrachten. — In den Kohlen-Gruben bei Lüttich, und an andern Orten, fährt man in Tonnen hinab und hinauf, oder in kleinen Rollwagen (Fig. 4, Taf. II)*. — Die letztern Arten des Einfahrens haben nicht ſelten Unglücksfälle zu Folge. In einer der Lütticher Gruben kamen im Jahre 1835 acht Arbeiter um. Sieben waren bereits in der Tonne, ein achter Bergmann eilt hinzu, und ſpringt, der Einreden ungeachtet, um die Fahrt gleichfalls mitzumachen, noch hinein, durch übermäßige Laſt zerreißt das Seil, Alle ſtürtzten rettungslos dem Abgrunde zu. — Auch in den Schwediſchen Bergwerken fahren die Arbeiter, um das mühſame Hinabſteigen auf Leitern zu ver-

* Die Rollwagen, Hunde wie man ſie nennt, dienen auch, um Erze durch Stollen an den Tag zu ſchaffen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

meiden, sehr gewöhnlich in starken, mit Eisen-Reifen beschlagenen, Tonnen in die Tiefe (Fig. 3, Taf. III). Von vorspringenden Felsmassen wissen sie ihr kleines Fahrzeug mit eigener Geschicklichkeit abzuwenden, um zu verhindern, daß dasselbe an Gestein-Wände geschleudert werde. Oft sieht man Frauen oder Kinder, die in den Gruben Beschäftigung finden, auf dem schmalen Rande schwankender, sich drehender und schwingender Tonnen, stehen, einen Arm um das Seil geschlungen. So groß ist die Macht der Gewohnheit, daß Frauen sorglos stricken beim Hinabsenken in den furchtbaren Schlund, oder bei der Auffahrt, ohne im mindesten die widrigen Zufälle zu scheuen, und die Gefahr, in der sie zwischen Luft und rauhen Felswänden schweben. Man erzählt von einer Jungfrau, die, 1785, allein aus der Grube hinauffuhr. Das Mädchen, unfähig die Tonne zu regieren, konnte nicht hindern, daß diese gegen eine Felsenspitze stieß und umstürzte. Die Unglückliche wurde herausgeschleudert, und fiel auf einen andern Felsen-Vorsprung, wo sie, 100 Fuß über dem Boden, der äußersten Gefahr Preis gegeben, hängen blieb. Man denke sich das Qualvolle der hülflosen Lage. Und in dieser schwebte die Unerschrockene, an den Felsen sich anklammernd, eine halbe Stunde. Bei der geringsten Bewegung würde sie in die schroffe Tiefe niedergeschmettert worden seyn. Endlich gelang es einigen entschlossenen Arbeitern, indem sie ihr Leben bei der halsbrechenden Unternehmung auf's Spiel setzten, das Mädchen aus seiner Todespein zu befreien. — Pferde, deren man zum Treiben der Maschinen in den Gruben bedarf, werden zu Falun auf ähnliche Weise, wie die Menschen hinab und wieder heraufgewunden. In einigen Schwedischen Bergwerken finden sich, in Tiefen von 960 Fuß und mehr, in festen Fels gehauene Pferdeställe, und selbst unterirdische Schmieden; denn die Thiere kommen nur einige Mal im Jahre an das Tageslicht, aber sie sind wohlgenährt und von ihrem

Digitized by Google

muntern Wiehern ertönen Hallen und Gewölbe. Auch in den Lütticher Steinkohlen-Bergwerken, und in jenen des Ländchens der Heiden bei Aachen, leben viele Pferde in den Gruben, welche den Tag nie wieder zu sehen bekommen.

Es wäre hier der Ort, von der eigenthümlichen Art des Einfahrens auf sogenannten Rutschen zu reden, wie man sich deren in gewissen Salz-Bergwerken bedient; da ich aber die Absicht habe, später von den verschiedenen Gewinnungs-Weisen des Steinsalzes so ausführlich zu handeln, als unsere Zwecke es zulassen, so verspare ich bis dahin die Erklärung der Rutschen.

Stollen und Schachte erfordern, wie begreiflich, bei weitem mehr Kunst der Bearbeitung, als offene Baue, Tagebaue, das heißt solche, die gewöhnlichen Steinbrüchen gleich betrieben werden; darum bleibt es sehr merkwürdig, daß, schon in früher Zeit, selbst bei Nationen, die auf niederen Ausbildungsstufen standen, Bergbau in verdeckten Gruben geführt wurde. Wir wissen, daß die Könige Aegyptens, an der Grenze von Aethiopien, Gruben in Felsen aushöhlen ließen. Der durch seine, das gesammte Gebiet der Schöpfung und des Wissens umfassende, Schriften so berühmte Römer, Plinius der ältere, welcher im Anfang der christlichen Zeitrechnung lebte, redet sehr bestimmt von Stollen und Schachten. In Portugal wurden, in Zeiten, wo noch kein Pulver die Arbeiten des Bergmannes erleichterte, nicht nur ganze Gebirgs-Züge mit Stollen und Schachten „durchlöchert", sondern man findet dieselben oft, nach W. von Eschwege, durch reinen Abbau mächtiger Erz-Adern, von oben bis unten gespalten. Ja, was noch auffallender, die Ur-Bewohner Siberiens, die Tschuden — deren Gruben-Baue, schon zur Zeit der Russischen Einwanderung, als Gegenstände von durchaus unbekanntem Ursprunge galten — hatten wohlverzimmerte Schachte; sie dürften, in alten Tagen,

Digitized by Google

den Bergbau ziemlich in derselben Art geführt haben, wie solches noch zu heutiger Zeit geschieht.

Um Schachte herum, und vor den Ausgängen von Stollen, entstehen, durch die aus den Gruben gebrachten, und zur Seite gestürzten, Gestein-Massen und Bruchstücke, die unter dem Namen Halden bekannten Haufwerke. Im Verlauf der Jahre wachsen sie zu Hügeln an; manche, aus älteren Zeiten abstammende, Halden sind bewachsen, einige tragen selbst große Bäume. Für Mineralien-Sammler zeigen sich viele Halden als sehr ergiebige Fundstätten; ich will nur der ungeheueren Halden von Arendal in Norwegen gedenken, deren Schutt nach und nach von oben bis unten durchwühlt, und in dem wahre Schätze aufgefunden wurden.

Nachdem wir uns über Schachte und Stollen verständigt, wird die Erklärung von Gesenken und Strecken leicht seyn. Ein Gesenke ist ein abwärts geführter bergmännischer Bau, in Form und Richtung den Schachten gleich, nur daß er nicht vom Tage an, sondern von einem Stollen, oder von einer Strecke aus getrieben wird. Unter Strecken versteht man Baue von Stollen-Gestalt, die nicht zu Tag gehen, sondern in einem Stollen, oder in einem Schachte ihren Anfang nehmen, „münden". (Fig. 1 auf Taf. I hat mehrere Gesenke und Strecken aufzuweisen). Hin und wieder hat man Strecken für unterirdische Schifffahrt eingerichtet. Dieß ist unter andern der Fall im Clausthaler Reviere auf dem Harze. Um die Förderung, d. h. den Transport der Erze von einer Grube zur andern zu bewirken, wurde, in ungefähr 270 Fuß Tiefe, im festen Gestein, auf mehr als 16,000 Fuß Länge und in möglichst gerader Richtung, die „tiefe Wasser-Strecke" getrieben. An Ketten, welche in der Decke befestigt sind, werden die Kähne hin- und hergezogen (Fig. 3 auf Taf. V).

Digitized by Google

Ehe wir weiter gehen, kann ich mich nicht enthalten, einige Augenblicke bei dem Gegenstande zu verweilen, welchen die erste Figur auf Tafel I darstellt. Es ist ein Profil, ein Riß im Durchschnitt, von mehreren Gruben unsern St. Andreasberg, durch die so wichtige Thatsachen aufgedeckt worden*. Mit gutem Grunde gab ich, unter mehreren Profilen, die zur Erläuterung der verschiedenartigen bergmännischen Baue geeignet gewesen wären, diesem den Vorzug. — In 1852 Pariser Fuß Höhe über dem Meeres-Spiegel, und 1781 Fuß niedriger, als der erhabenste Punkt des Brockens, liegt die Oberharzer Bergstadt St. Andreasberg. Die Gegend ist gebirgig, hat tiefe Thäler, und den Thonschiefer, welcher die nächsten Berge zusammensetzt, findet man mit Erze-führenden Gängen netzartig durchwebt. Seit länger als drei Jahrhunderten ist Andreasberg berühmt, durch ergiebigen Silber-Bergbau, der hier getrieben wird. Aber nicht die „Edelkeit", nicht der Erzreichthum allein, verleiht jenen Gängen so seltene Auszeichnung; es ist vielmehr die überraschende Mannigfaltigkeit von Mineralien, welche sie führen, und die unter den interessantesten und wichtigsten gegenseitigen Verhältnissen mit einander verbunden, in einander gedrängt erscheinen. In Spalten, deren größte Breite selten mehr als einige Fuß beträgt, die häufig weit schmaler sind, aber, so viel man bis jezt schon weiß, über 2485 Fuß in die Tiefe hinabreichen, auf solchen engen Räumen werden die vielartigsten Mineralien vereinigt getroffen. In manchen Fällen nahmen die Ganglagen mehr und mehr an Breite ab, je weiter sie gegen die Tiefe verfolgt wurden, bis dieselben endlich im Gestein, im Thonschiefer, sich gänzlich zu verlieren schienen. Seit neuerer Zeit, seit der Bergbau

* Die Zeichnung verdanke ich Herrn Markscheider Strauch in St. Andreasberg.

Digitized by Google

des belebenden Einflusses geologischer Folgerungen sich zu erfreuen hat, schrecken Erscheinungen der Art nicht mehr ab; man geht jenen feinen Schnüren in die Tiefe nach, und findet, daß sie, allmälig sich wieder vereinigend, den vorigen Gang auf's Neue bilden und auch wieder reiche Erze führen. Die unter den Namen Katharina Neufang, Samson und Gnade Gottes bekannten, Gruben — in unserem Profile sind es die drei ersten von der Linken zur Rechten, die mit den Buchstaben a, b und c bezeichneten* — bauen zumal auf dem „Samsoner Gangzuge"; er ist der hauptsächlichste, und zugleich der, welcher der Stadt Andreasberg am nächsten liegt. Rothgültigerz, stets von Gediegen-Arsenik begleitet, das in Lagen damit wechselt, auch das edle Erz einer Schale gleich umschließt, ferner Gediegen-Silber, Antimon-Silber, und mehrere andere Silbererze, sodann verschiedene Kupfer, Eisen-, Blei-, Zink-, Antimon-, Kobalt-, Nickel- und Arsenik-Erze werden auf den Andreasberger Gängen getroffen. Die Gangarten sind Kalkspath und Quarz. Wer kennt nicht die Andreasberger Kalkspathe, die Zierden aller Sammlungen? Die Kalkspath-Druſen, aus diesen Gängen entnommen, waren in früheren Zeiten oft von so auffallender Größe, daß sie wiederholt geschildert und abgebildet wurden, ein Beweis, wie hoch man dieselben schätzte. Die Rothgültigerze, welche recht eigentlich bei Andreasberg zu Hause sind, zeichnen sich aus durch Deutlichkeit und Größe der Krystalle, wie durch Schönheit der Farbe. „Der Stoß blutet", sagt der Bergmann, wenn er eine Stelle anhaut, wo Rothgültigerz vorkommt. In der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts zumal gewann man hier Rothgültigerz-

* Die Gruben, bei welchen die Buchstaben d und e zu lesen, sind jene, welche die Namen Bergmannstrost und St. Andreaskreuz führen.

Digitized by Google

Stufen von hohem Werthe und von seltener Größe. Eine derselben, in etwa 1400 Fuß Tiefe gefunden, wurde auf mehr als 1600 Thaler geschätzt. Ihr Aeußeres bestand aus dem schönsten Rothgültigerz, der innere Raum war ganz von Gediegen-Silber erfüllt. Das Gewicht der Stufe betrug bei 100 Pfund. — Als seltenere Erscheinungen haben die Gänge, welche uns beschäftigen, Flußspath und Barytspath (Schwerspath) aufzuweisen; was jedoch vor Allem interessant und noch ungewöhnlicher, das ist die Anwesenheit mehrerer sogenannter zeolithischer Substanzen, wie Harmotom (Kreuzstein), Stilbit, Analzim, Mesotyp; und mitten zwischen diesen Mineralien, durch sie festgehalten, von ihnen getragen, erscheinen kleine Brocken des Gebirgs-Gesteines, des Thonschiefers. So sieht man namentlich Thonschiefer-Bruchstücke verkittet durch die zierlichsten Stilbit-Krystalle. Zu allen jenen Substanzen gesellte sich endlich, was besondere Beachtung verdient, im Tiefsten der Grube Samson, wo man gegenwärtig baut, Apophyllit in großen, wohlausgebildeten Krystallen, theils wasserhell, theils von schönster rother Farbe. Manche Kalkspath-Krystalle erscheinen bedeckt mit krystallinischer Apophyllit-Rinde, und auf dieser sitzen wieder deutliche Flußspath-Oktaeder. — Bei einiger Kenntniß der chemischen Natur, der innern Zusammensetzung, jener so verschiedenartigen Mineralkörper, welche in den Andreasberger Gangräumen sich verbunden finden, kann das höchst Verwickelte chemischer Thätigkeit nicht entgehen, die hier so wundersam und geheimnißvoll gewirkt. Sie Alle, das darf ich erwarten, sollen diese Erscheinungen nicht theilnahmlos lassen. Es werden dieselben an Interesse und an Deutlichkeit gewinnen, wenn ich später das Vorkommen der Erze und anderer Gang-Erzenguisse abhandle. In jedem Falle wurden wir abermals daran erinnert, wie wichtig der gegenseitige Einfluß von

Digitized by Google

Bergbau und Geologie iſt. Ohne Bergbau wäre das, was hier in den Tiefen verborgen liegt, unaufgedeckt geblieben; von der Geologie haben wir mehr genügende Auskunft über die angedeuteten Phänomene zu hoffen. Noch iſt, ich darf Ihnen dieß nicht verſchweigen, gar manches Problem in jenen dunkeln Werkſtätten der Natur, das man keineswegs ſo ſchnell entziffern kann. Je mehr man über das ſeltſame Beiſammenſeyn ſo vielartiger Mineralien nachſinnt, um deſto mehr häufen ſich Zweifel und Räthſel. Die Andreasberger Gegend bleibt ganz beſonders wichtig. Mehrere Thatſachen vereinigen ſich, um gewiſſe Vermuthungen über die Frage: woher die Wirkungen entſprangen? zu begründen. Aller Wahrſcheinlichkeit nach ſtehen die denkwürdigen Phänomene der Erz-Lagerſtätten im Zuſammenhange mit der Natur dieſer oder jener unter den dortigen Felsmaſſen, die wir demnächſt genauer zu betrachten haben. — Wegen des, auf dem Profil vorkommenden, und gewiß den meiſten unter Ihnen nicht verſtändlichen Ausdruckes: „Ruſcheln“, hier die vorläufige Bemerkung, daß man auf dem Harze, und beſonders zu St. Andreasberg, Klüfte, die mit mildem Thonſchiefer erfüllt ſind, Ruſcheln nennt. — Nach dieſer kleinen Abſchweifung wende ich mich wieder zu unſerer, die allgemeinen Bergbau-Verhältniſſe betreffenden, Betrachtung.

Die auf den Bergbau angewandte Geometrie, die unterirdiſche Meßkunſt, das Markſcheiden, lehrt den Bergmann ſeine Arbeiten, mit ſo bewunderungswürdiger Sicherheit, auf gewiſſe Punkte richten, daß — ein kühnes, in früheren Zeiten vielleicht kaum denkbares, Vornehmen — der Betrieb eines Stollens von zwei einander entgegengeſetzten Seiten zugleich ſtatt haben kann. Von beiden Seiten dringt man gegen das Innere vor, und weiß die Sache ſo wohl zu berechnen, daß man im voraus des Punktes gewiß iſt, wo die gegen einander getriebenen Baue zuſammen-

Digitized by Google

treffen müssen. In der Bergmanns-Sprache nennt man eine solche Arbeit — die begreiflich sehr geeignet ist, weitgreifende Unternehmungen zu beschleunigen — Gegenörter treiben.

Erzmassen, die sehr in die Länge erstreckt sind, welche eine große Ausdehnung, und dabei bedeutende Mächtigkeit, d. h. Dicke, haben, wie solches namentlich der Fall bei den Eisen-Ablagerungen in Schweden und Siberien, werden unter ganz offenem Himmel abgebaut (Tagebaue). Die riesenmäßigen Gruben zu Dannemora, eines der ältesten und berühmtesten Schwedischen Eisen-Bergwerke, dessen Ruf, durch Berichte vieler Reisenden, im fernen Auslande verbreitet worden, so wie die, durch ihren Eisen-Reichthum gleichfalls sehr bekannten, Gruben von Persberg, gewähren besonders sprechende Beispiele. Am Rande der Gruben von Dannemora stehend (Fig. 2, Taf. III)*, von schwindelnder Höhe herab, übersieht man deren ganze Weite, und blickt, mehrere hundert Fuß tief, auf den Boden. Eine Viertelstunde reicht kaum hin, die furchtbare Gruft zu umgehen. Schwarze senkrechte Felswände begrenzen den Abgrund; an nicht wenigen Stellen ragen gewaltige überhängende Massen drohend hervor, und aus den Höhlungen des Bodens lodern zu Zeiten Flammen auf, die vom Feuersetzen herrühren. (Was unter Feuersetzen zu verstehen sey, soll sogleich erläutert werden). Das Ansehen des Ganzen muß, wie leicht zu denken, und nicht bloß bei Neulingen, Schrecken und Grausen erregen. Und diese Tiefe ist belebt von arbeitenden Menschen; denn man muß hinuntersteigen, oder sich hinabsenken lassen, um zu den Eingängen der unterirdischen Gruben zu gelangen. Bühnen, auf Rüstbäume gestützt, überragen den Abgrund; an diesen sind die Vorrichtungen zum Hinablassen und Heraufwinden der Tonnen angebracht. —

* Nach C. Gillbergs Zeichnung.

Digitized by Google

Carlsruhe im Kunst Verlag.

Digitized by Google

Carlsruhe im Kunst Verlag.

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Großartige des Eindruckes, von dem das Gemüth beim Besuche der Persberger-Gruben sich ergriffen fühlt, steigert die Bewunderung bis zur Ehrfurcht. Aehnliche Scenen dürften sich an nicht vielen Orten darbieten. Am Rande des Abgrundes, aus welchem die Erze der Hauptgrube hervorgezogen werden, betritt man eine Art Plateform, ein wundersam vorgerichtetes Bauwerk; es enthält die Maschinerie und ragt über den furchtbaren Schlund hinaus. So weit das Tageslicht reicht, ungefähr 525 Fuß kann man hinabsehen; das Tiefste ist in Dunkelheit gehüllt. Gewaltige Eimer, an klirrenden Ketten hängend, gehen auf und ab. In der Tiefe sind Arbeiter zu erkennen, wie sie die Fahrten auf und niedersteigen; bei der großen Entfernung stellen sie sich als Zwerge dar (Fig. 1, Taf. IV) *. Die in den Abgrund führenden Leitern sind nicht von Felsen-Vorsprung zu Felsen-Vorsprung angebracht; sie reichen, ohne Unterbrechung, bis in die Tiefe, indem sie den Neigungen der Gestein-Wände, und ihren bald ein- bald ausspringenden Winkeln, folgen. Gleiten die Füße aus, so schwebt der Hinabsteigende, mit den Händen sich anklammernd, über dem schwarzen Schlund. Was die Gefahr vermehrt, ist der Umstand, daß die Leiter-Sprossen mit feuchtem Lehm, auch mit Eis bedeckt, und dadurch so schlüpferig und kalt sind, daß, wenn die Füße den Dienst versagen, man den erstarrten Händen allein nicht wohl vertrauen darf. Je weiter abwärts, desto mehr nimmt das Eis zu, so daß es, um die Gruben davon zu befreien, in Eimern hinaus geschafft werden muß. Stellenweise liegt das Eis 90 Fuß hoch; es bildet wahre Gletscher, die durch keinen Wechsel äußerer Temperatur vermindert werden. — Sehen Sie diese Thatsache nicht als im Widerspruche an, mit der später ausführlich zu schildernden, Zunahme der Wärme in Gruben je tiefer diese sind. Die

* Zeichnung von E. D. Clarke.

Digitized by Google

Erscheinung zu Persberg erklärt sich, wie wir hören werden, ganz naturgemäß *. — Auf dem Boden der Gruben angelangt, wird der Besuchende von seinem Führer, durch mächtige Eis-Regionen hindurch, in gewölbte Räume geleitet. Manche dieser Weitungen, dieser ungeheuern Felsen-Gewölbe, sind so bedeutend, daß fünfzig Bergknappen darin gleichzeitig arbeiten können (Fig. 2, Taf. IV) **.

Zur Gruben-Beleuchtung, zum Erhellen der dunklen Räume, wendete man zuerst Fackeln an, Kien-Spähne, Bündel dünner, leicht brennender Stäbe; später wurden diese ziemlich allgemein durch Talglichter, oder durch Lampen ersetzt. In den Gruben, welche, wie aus dem Vorhergehenden erinnerlich, die Könige Aegyptens an der Aethiopischen Grenze in Felsen aushöhlen ließen, hatten die Arbeiter „Lichter an der Stirn", und noch heutigen Tages trägt man im Mansfeldischen die Beleuchtung am Schachthute (Kopf-Bedeckung der Bergleute), und eben so in Mons beim Befahren der Schachte.

Die Gruben werden theils in so harten Fels gehauen, daß dieselben dem Drucke des, sie nach allen Seiten umgebenden Gebirges nicht weichen; man sagt sodann: „sie stehen im Festen," oder „im Ganzen." Andere Gruben aber sind von minder harten Gesteinen umschlossen, ihre Wände, ihre Decke vermögen dem Drucke des Gebirges nicht zu widerstehen, sie bedürfen künstlicher Unterstützung, und müssen ausgezimmert, oder ausgemauert werden; nur so vermag man dieselben zu erhalten, und zugleich das Leben der Arbeiter zu sichern. Eine der einfachsten

* Auch steht die Thatsache keineswegs vereinzelt da. In den Eisenstein-Gruben von Dannemora ist die Eis-Bildung so groß, daß man Massen von 90 bis 120 Ellen Dicke trifft. Hiervon, so wie vom „perennirenden" Eise in den Gruben zu Ehrenfriedersdorf im Sächsischen Erz-Gebirge, das Weitere, wenn wir die Lehre von der innern Erd-Wärme abhandeln.

** Nach einer Zeichnung von Martin in Stockholm. — Ich beziehe mich, was die Einzelheiten betrifft, auf Hausmanns und Clarke's Mittheilungen.

Digitized by Google

und haltbarsten Zimmerungs-Weisen für Schachte, ist jene, die aus starken, dicht auf einander gelegten, und an den Enden ineinandergefugten Stämmen, nach Art des gewöhnlichen Blockhäuser-Baues, aufgeführt wird. — Damit größere, in der Tiefe ausgeweitete, Räume nicht zusammenbrechen, bleiben einzelne starke Gestein-Massen stehen, und dienen als Stützen, so wie in Gothischen Hallen gewaltige, vom Boden emporsteigende, Pfeiler die Decke tragen. — Wo Gruben-Gebäude regellos geführt werden, wo man unvorsichtig sehr große Räume ausweitet und die nöthigen Pfeiler wegsprengt, auch für Unterstützung des Ausgehauenen nicht auf andere Weise Sorge trägt, da entstehen nicht selten Einstürtze; es bilden sich an der Gebirgs-Oberfläche mehr und weniger tiefe und große Höhlungen, Kesseln ähnliche Schlünde, Pingen, wie sie der Bergmann nennt. Eine furchtbare Katastrophe der Art hatte zu Falun in Schweden statt. Die dasigen Kupfergruben gehören zu den ältesten dieses Landes; die frühesten Urkunden reichen bis zur Hälfte des vierzehnten Jahrhunderts, und Sagen gemäß, wie solche beim Volke in Schweden noch fortleben, soll schon zu Salomo's Zeit Kupfer von Falun nach Jerusalem geliefert worden seyn. — Ehedem wurde hier der Bergbau höchst unordentlich und in verschwenderischer Art betrieben. Gegen Ende des siebenzehnten Jahrhunderts stürtzten plötzlich die Felswände am Eingange des Bergwerkes zusammen; das furchtbare Krachen war im Umkreise mehrerer Stunden hörbar. Es entstand eine Tages-Oeffnung, eine Pinge von solcher Größe, wie man sie bis dahin nicht kannte (Fig. 2, Taf. I und Fig. 3, Taf. III). Sie hat 1200 Fuß Länge, eine Breite von 600 Fuß, und stellenweise reicht der Bruch nahe an 700 Fuß abwärts. Der Anblick ist schauerlich. Man steht, durch Geländer geschützt, am Rande der ungeheuren Gruft, und sieht mit Erstaunen in die weite finstere Tiefe hinab. Dunkel gefärbte, schroff abgebrochene, Seiten-Wände gehen

Digitized by Google

anfangs senkrecht nieder, sodann fallen sie allmälig gegen die Mitte. Hin und wieder zeigen sich Spuren vormaliger Gruben-Gebäude. — Daß bei dem schrecklichen Ereignisse Niemand umgekommen, daß die Grube gerade von Menschen leer gewesen, muß als seltenes Glück betrachtet werden. Der Vorsteher des Werkes soll das Ereigniß geahnt haben. Er befahl die Arbeiten einzustellen. Allein, da mehrere Tage verstrichen, ohne daß etwas Ungewöhnliches eintrat, so versammelten sich die, für den Augenblick brodlosen, Bergleute, entschieden ihr gewohntes Geschäft fortzusetzen, mit ihren Geräthschaften versehen, an Ort und Stelle, um einzufahren; da wankte plötzlich der Boden unter ihren Füßen. — Diese große, 1687 entstandene, Pinge wird von Zeit zu Zeit durch Einstürzungen erweitert. — Auch in Peru — wo Bergwerks-Gesetze wenig beachtet wurden, wenn die Gewinnsucht der Gruben-Eigenthümer ins Spiel kam, — stürzten nicht wenige Gruben theilweise ein, während andere ganz zusammenbrachen. Solche versunkene Stellen sind weiten Kratern zu vergleichen. Sehr viele Menschen fanden in denselben ihr Grab; man kennt einzelne Beispiele, wo hundert Arbeiter zugleich verschüttet wurden.

Wie kühn übrigens das Gewerbe macht, welches Vertrauen der Bergmann in Festigkeit und Tragkraft von ihm durchbrochener Gesteine setzt, wie sicher er sich, bei gehörig angebrachter Zimmerung und Mauerung, in seinen Tiefen glaubt, davon zeugt nicht nur der Umstand, daß manche Bergstädte, wie unter andern Freiberg im Erzgebirge Sachsens, Klausthal und Andreasberg auf dem Oberharze, von Grubenbauen „unterfahren" werden — d. h. es ziehen diese unter ihnen hin — und daß innerhalb der Ringmauern solcher Orte Schachte niedergehen, sondern daß man Städte kennt, wie Schemnitz und Wieliczka, deren Boden ganz untergraben, ausgehöhlt ist. Einen der denkwürdigsten Beweise finden wir ferner in jenem Grubenbau, der unter dem Meeres-Boden geführt wird,

Digitized by Google

im submarinischen Bergbau; denn nicht bloß auf Bergen, in Thälern und in ebenen Landstrichen versucht der Bergmann sein Glück, manche Cumberland'sche Steinkohlen-Werke, mehrere Zinn- und Kupfer-Gruben in Cornwall werden, auf beträchtliche Weite, unter dem See-Boden betrieben*. In der Grube *Huel Cock* im Cornwall'schen Kirchspiele St. Just — in neuester Zeit mußte man sie drohender Gefahr halber verlassen — hatten die Arbeiter stellenweise nur achtzehn Fuß dicke Felsmassen zwischen sich und dem Wasser. Bei heiterem Wetter hörten dieselben, auch in den tiefsten Räumen, das Spiel der Wellen; zur Sturmzeit war das Tosen und Brüllen des Oceans, das Aneinanderschlagen hin- und hergeworfener Felsblöcke, furchtbar. An einer Stelle, wo die Erze sehr reich befunden worden, ließen sich die Bergleute Unvorsichtigkeit zu Schulden kommen, so daß, zwischen Gruben und Meeres-Boden, bloß eine vier Fuß starke Felsendecke blieb. Hier vernahm man das Brausen und Heulen der Wogen in solcher Weise, daß die Arbeiter, den Einbruch der Wasser fürchtend, zu mehreren Malen die Flucht ergriffen. Eine andere Cornwall'sche Grube, die *Levant-Mine* am Vorgebirge Landsend, welche fortdauernd reiche Ausbeute an Zinn und Kupfererzen gibt, befindet sich der Küste ganz nahe. Ihre Schachte hatten im Jahr 1834 bereits 960 Englische Fuß Tiefe erreicht, und die, von denselben aus getriebenen, Strecken drangen über 900 Fuß unter dem Meeres-Boden vor. Das seltsamste Unternehmen der Art, was Manche für erdichtet halten dürften, wurde 1778, unfern des Hafens von *Penzanze*, mitten im Meere ausgeführt. Bei sehr niederem Wasser trat ein

---

* In wiefern der Bergbau auf *Siphnos*, von dem Pausanias redet, und jener auf dem kleinen Eilande *Kalki*, dessen Aristoteles gedenkt, im strengen Wortsinn unterhalb des Meeres-Bodens geführt worden, möge unentschieden bleiben. Es wären dieß Beispiele von submarinischen Gruben aus einer sehr frühen Zeit.

Digitized by Google

Porphyr-Fels, welchen reiche Zinnerz-Adern durchzogen, aus den Fluthen hervor. Die Stelle lag 120 Klafter vom Ufer. Winde verursachten, selbst im Sommer, heftige Brandungen; in den Winter-Monaten schlug das Meer mit solcher Gewalt über den Felsen hinweg, daß jeder Versuch, hier Erze zu gewinnen, fruchtlos schien. Gegen alle diese Hindernisse unternahm ein Einzelner den Kampf, Thomas Curtis, ein armer Bergmann, dessen Muth und Unternehmungsgeist hohe Achtung verdient. Drei Sommer wendete er an, um einen Schacht niederzuschlagen. Nur zwei Stunden waren täglich zur Arbeit geeignet, und jedes Mal, wenn das Werk von Neuem begonnen wurde, fand sich die Grube voll Wasser, welches ausgeschöpft werden mußte. Curtis umgab seinen Schacht mit einem 20 Fuß hohen Bretter-Aufsatz, der durch starke Eisen-Stäbe gestützt, und für Wasser undurchdringlich gemacht wurde; nun konnten weder Brandungen, noch die, mitunter zu 18 Fuß Höhe ansteigenden, Fluthen, ihm etwas anhaben. Eine Holzbrücke wurde errichtet, zur Verbindung des Felsen mit dem Ufer (Fig. 1, auf Taf. V, nach einer Zeichnung von J. Hawkins). Längere Zeit gab dieses Werk, wie man früher kein ähnliches in Cornwall gekannt, beträchtliche Ausbeute. Die Zinnerz-Lagerstätte war nicht erschöpft, als ein Amerikanisches Schiff, das sich von seinen Ankertauen losriß, gegen Gebäude und Maschinerie geschleudert wurde. Alles versank in den Abgrund. — — Nicht undenkbar ist, daß submarinische Gruben, in sehr ferner Zukunft, wenn einst die Erzlagerstätten des festen Landes mehr oder weniger erschöpft seyn sollten, eine neue Epoche in der Geschichte des Bergwesens bilden können, daß man sich den Tiefen unterhalb des Oceans zuwenden werde, um Metall-Schätzen nachzugraben.

Aber es gibt noch andere Schwierigkeiten, die der Bergmann zu überwinden, und Gefahren, welche er zu bekämpfen hat, so daß

Digitized by Google

man wohl sagen kann: er liege mit sämmtlichen Elementen im Streite*. Daher auch das in Wahrheit Bedeutungsvolle des bergmännischen Grußes, des frommen Wunsches: Glück auf: der so weit reichen dürfte, als man deutsch redet.

Vor Allem müssen wir der bösen Wetter gedenken. Der Bergmann bezeichnet nämlich die unterirdische, die Grubenluft, im Allgemeinen mit dem Ausdrucke Wetter. Er spricht von guten und bösen Wettern, und versteht unter letztern solche, die das Athmen erschweren, bei denen kein Licht brennen kann, die in nicht seltenen Fällen Gesundheit und Leben rauben. Meist wird die Grubenluft dichter, wärmer als die Tag-Atmosphäre gefunden; sie bewirkt in der Regel stärkeren Blut-Andrang nach Herz und Kopf. Durch Mangel nöthiger Luft-Circulation, entstehen jene Wetter, welche der Bergmann matte nennt. Sie sind theils warme, theils kalte. Erstere werden häufig und wohl auf allen tiefen Gruben getroffen; diese die kalten, gehören nur sehr hochliegenden Orten an, besonders solchen Bergwerken, wo das Gebirgs-Gehänge durch Gletscher überdeckt ist. Kommt man beim Befahren von Gruben in die Nähe des aufliegenden Eises, so brennen die Lichter schlecht, wie in warmen matten Wettern, aber man empfindet keine besondere Beängstigungen, es bricht nicht sogleich heftiger Schweiß hervor; in kalten matten Wettern glaubt der Arbeiter in den ersten Augenblicken gute reine Luft zu athmen, bald fühlt er jedoch Abnehmen der Kräfte, Magendrücken, Frost, auch stellt sich in der Regel Erbrechen ein. Längeres Verweilen kann sehr gefährlich werden. Manche Wetter, die sogenannten schlagenden, entzünden sich an der Flamme des Geleuchtes, und rufen die

* Den Ausdruck Elemente im Sinne der Alten genommen: Erde (Zusammensturz) Wasser, Luft (erstickende Wetter) und Feuer (Explosionen von Gasarten).

Digitized by Google

furchtbarſten Exploſionen hervor. Dieß iſt ganz beſonders in Steinkohlen-Bergwerken der Fall. Sie werden ſpäter das Schaudervolle ſolcher Ausbrüche, und die Mittel kennen lernen, welche erſonnen wurden, um Unfällen vorzubeugen. Ueberhaupt bieten die unterirdiſchen Luftarten zu vielen intereſſanten und lehrreichen Bemerkungen Stoff, der am ſchicklichen Orte keineswegs unbenutzt bleiben ſoll.

Auch gewiſſe Erze bedrohen, durch ihre Ausdünſtungen, die Geſundheit der Bergleute. Queckſilber-Minen unter anderen üben den nachtheiligſten Einfluß. So weiß man, daß die Arbeiter in den Gruben von Almaden in Spanien mit furchtbaren Krankheiten zu kämpfen haben; nicht wenige ſterben frühzeitig. Die Bergleute in den berühmten Queckſilber-Werken von *Guanca-Velica* in Peru leiden meiſt an Convulſionen; aber demungeachtet werden dieſe Opfer unerſättlicher Habſucht entkleidet in den Abgrund getrieben, damit Keiner der raſtloſen Wachſamkeit ihrer Tyrannen entſchlüpfe.

Nicht minder groß ſind Gefahren, welche die, aus dem Geſtein hervordringenden, und durch mannigfaltige Urſachen im Innern der Gruben ſich anhäufenden, Waſſer bringen. Keineswegs vermag man ſie immer herauszuheben, zu „gewältigen," d. h. die Gruben davon zu befreien, indem man die Waſſer in geräumige Behältniſſe leitet, und ſodann durch Maſchinen aus den Tiefen hervorhebt, oder durch Stollen abführt. Wie ſtark der Waſſer-Zudrang in manchen Fällen iſt, davon liefert eine ſehr wichtige Kohlen-Grube, die zu Eſchweiler-Pumpen, den Beweis. Nach Haupt's Angabe betrugen, zufolge 1825 angeſtellter Meſſungen, die in 24 Stunden zudringenden Grundwaſſer 585,625 Kubikfuß. Da nun aus jener Grube im nämlichen Zeitraum ungefähr 2500 Scheffel Kohlen geſchafft werden, ſo verhält ſich die Kohlen-Förderung zur Waſſer-Haltung wie 1 : 94, d. h. um einen

Scheffel Kohlen aus dem erwähnten Gruben-Gebäude an den Tag zu bringen, müssen 94 Kubikfuß Wasser gehoben werden. — Einer der größten Bergbau-Plane, die man in Sachsen je erfaßte, ist der sogenannte Elb-Stollen; er würde sämmtliche Gruben des Freiberger Reviers „lösen," was so viel sagen will, als den Abzug ihrer Wasser befördern. — Bei Versuchen in alte, mit Wasser erfüllte, Baue einzudringen, und einen Abfluß zu bewirken, zersprengen die Wasser oft unvermuthet die Felswände, welche man zum Schutze der Arbeiter stehen ließ; sie strömen in gewaltiger Menge herzu, und erreichen die Fliehenden, so daß diese dem Tode nicht entrinnen können. Ohne daß von irgend einer Verwahrlosung die Rede wäre, ist es leider nicht selten unmöglich, jedem Unfall zu begegnen. Ich erinnere Sie an ein grauenvolles Ereigniß aus neuester Zeit (Januar 1834). In der Mitternachts-Stunde wurden die Bewohner eines, in der Nähe der Kohlen-Grube Guley bei Aachen gelegenen, Hauses durch ein Donner-ähnliches Getöse aufgeschreckt. Es hatten sich, wie die Untersuchung ergab, in den höhern Gruben, die man seit langen Jahren nicht mehr benutzte, in dem, durch „Abbau," d. h. durch Wegnahme, der Kohlen entstandenen, leeren Raume ungeheure Wasser-Mengen angesammelt. Sie brachen gewaltsam durch, und stürzten mit solcher Schnelligkeit den tiefen Gruben zu, daß von den darin befindlichen 74 Bergleuten nur 11 durch Flucht sich retten konnten; die übrigen fanden lebendig begraben, eingeschlossen in die Erde, den jammervollsten Tod. Keine Maßregel konnte zu ihrer Sicherung getroffen werden; alle Rettungs-Versuche blieben ohne Erfolg. — Zuweilen müssen Gruben, die auf sehr ergiebigen Erz-Lagerstätten bauen, verlassen werden, weil man die Grundwasser nicht gewältigen kann. Dieß war unter anderem der Fall bei mehreren Gruben von ehemaliger großer Wichtigkeit im Erzgebirge Sachsens, und namentlich im Freiberger Reviere. Vor nicht langen Jahren drangen die Wasser in eine besonders reiche

Digitized by Google

Silbergrube unfern der kleinen Stadt *Themas caltepec* in Mexiko, so mächtig aus der Tiefe empor, und stiegen nach und nach so hoch, daß sie zuletzt über den Rand der Grube hinausfloßen. — Zu den auffallenden Erscheinungen in den submarinischen Gruben Cornwalls, von denen im Vorhergehenden die Rede gewesen, gehört, daß die salzigen Grundwasser, bei Tiefen von 300 Fuß und darüber unter dem Meeres-Niveau, oft nur in sehr geringer Menge eindringen, so daß sie leicht hinausgeschafft werden können. Ueberraschend ist die klare Süßwasser-Quelle in der Botalack-Grube, in einer 280 Fuß tiefen Strecke, mitten zwischen salzigen Wassern. Einbrüchen der See wird durch zweckgemäß angebrachte Zimmerung begegnet, die man mit Theer bestreicht, oder mit schlammigem Torf überdeckt.

Erschütterungen der Erde bringen zuweilen dem Leben der Bergleute Gefahr, und richten mehr und minder beträchtliche Zerstörungen in ihren unterirdischen Bauen an. Besonders heftig waren die Wirkungen des gewaltigen Erdbebens, wobei *Valparaiso* fast unterging, in den Gold-Bergwerken *El Bronze de Petorca* in Chile. Mehrere Arbeiter befanden sich, als die Katastrophe eintrat, in den Gruben, deren Tiefe viele hundert Fuß beträgt. Ihre Lage war furchtbar. Der Berg bebte so heftig, daß die Leitern in Gesenken und Schachten nur mit größter Anstrengung zu ersteigen waren. Von allen Seiten brachen beträchtliche Felsmassen los; jeden Augenblick war das Zusammenstürzen der ganzen Schachtwände zu erwarten; mehrere Bergleute wurden erschlagen, oder in Kerker eingeschlossen, aus denen keine Rettung durch menschliche Hülfe möglich war. Einem Arbeiter gelang es, die Mündung des Schachtes zu erreichen; hier war ein solcher Staub, daß er nicht die Hand vor den Augen sehen konnte. Große Felsen-Stücke stürzten von der Bergseite herab, auf welcher der Knappe stand; er hörte sie kommen, ohne daß er

Digitized by Google

sich hätte umsehen können, wie die Gefahr zu vermeiden seyn möchte. — In fast allen Gruben Chile's sah man die schrecklichen Wirkungen jenes Erdbebens.

Außer den Gefahren, mit welchen der Bergmann in Gruben die in Vor-Gebirgen, im bergigen und hügeligen Lande betrieben werden, unter der Erde kämpfen muß, hat er, sein Gewerbe in Hoch-Gebirgen ausübend, am Tage der Beschwerlichkeiten gar manche, und sehr eigenthümlicher Art, zu ertragen. Höhe, Witterung, örtliche Verhältnisse, und andere Umstände, setzen dem Bergbau in Hoch-Gebirgen Hindernisse entgegen, und geben die Arbeiter Gefahren Preis, von denen man sich kaum eine Vorstellung machen kann. Zu dem, an den erhabensten Stellen in Europa betriebenen Bergbau, gehörte der im Salzburger Alpenlande, namentlich in der Schlapper-Ebene. Gegenwärtig sind die Merkmale zum großen Theile verschwunden, und da, wo einst muntere Knappen ihr Wesen trieben, wo „Berghäuser" von grünen Waiden umgeben standen, sieht man mächtige Gletscher. Die Gruben in Rauris liegen ganz in der Gletscher-Region; die meisten Stollen münden im krystallreinen, ewigen Eise; das „Zechenhaus" * ist von Gletschern umgeben; auf dem hohen Goldberg geht einer der Stollen über 100 Fuß weit durch reines Gletschereis. — Die Goldzeche — ein Gold-Bergwerk im tiefsten Hintergrunde der kleinen Fleiß, eines Alpenthales an der Grenze zwischen Salzburg und Kärnthen — dürfte jetzt in Europa, unter allen noch im Betrieb stehenden Grubenbauen, der höchste seyn. In sehr geringer Entfernung findet sich die Halde eines Stollens, welche in der Runde von Gletschern

* Unter Zechen- oder Berghäusern, Knappenstuben, versteht man Hütten und kleine Gebäude am Ausgange von Schachten oder Stollen. Hier versammeln sich die Arbeiter, vor dem Einfahren in die Gruben, zum Gebete. Manche Bergleute wohnen auch in den Zechenhäusern, welche zugleich die Magazine enthalten.

Digitized by Google

umgeben ist. Der Ort hat, nach Russeggers* Beobachtungen, 8791 Pariser Fuß Höhe über dem Meere. Ein anderer Stollen, der gegenwärtig noch gebraucht wird, liegt, ebenfalls von Gletschern umschlossen, am Fuß einer überhängenden Felswand, in 8151 P. F. Meereshöhe. Unter dem Schutze der Felswand steht das „Berghaus", eine ärmliche Hütte, die zur Winterzeit von Lavinen verschüttet wird, so daß die Arbeiter genöthigt sind, jeden Frühling ihre Wohnung unter dem Schnee hervorzusuchen. Die Requisiten zum Bergbau werden auf Saum-Pferden herbeigeschafft, zu welchem Zwecke ein eigener Saum-Weg besteht. Die Entfernung vom Markte Dellach — wo die Arbeiter wohnen, wenn sie nicht in den Gruben beschäftigt sind — bis zum Berghaus der Goldzeche, beträgt sechs Stunden, und auf einer vierstündigen Strecke des Wegs sind nur zwei Stellen, deren Gesammt-Länge etwa eine halbe Stunde beträgt, wo man sicher vor Lavinen ist. An mehreren Orten weht der Wind so gewaltig, daß die Gehenden sich nicht aufrecht erhalten können, sondern auf Händen und Füßen kriechen müssen. — Vom Zechenhause auf dem hohen Goldberge in Rauris kann man, wenn das Wetter nicht besonders ungünstig ist, in vier bis fünf Stunden nach dem Marktflecken Rauris gelangen. An einem Tage im Januar 1827, in der Frühe um 8 Uhr, gingen, nach heftigem Schneewetter, 54 Bergknappen mit ihrem Hutmann, alle kräftige Leute, keiner über vierzig Jahr alt, vom Berghause ab. Sie brachten den ganzen Tag und die folgende Nacht hin, und kamen erst am nächsten Morgen gegen 8 Uhr im Marktflecken an. Zu einem Wege von vier bis fünf Stunden hatten dieselben, indem sie ohne Unterbrechung gingen, und beinahe fortwährend von Lavinen bedroht waren, vier und zwanzig Stunden gebraucht. — Werden Bergleute von starken

* Ich verdanke dem werthen Freunde eine ungemein lehrreiche Durchschnitts-Zeichnung dieses Gletschers, wovon ich später Gebrauch machen werde.

Digitized by Google

Schneefällen in einem Zechenhause überrascht, so können sie sich zuweilen durch die Schneemasse nicht mehr hindurcharbeiten, und gehen die Lebensmittel aus, so bleibt ihnen nur die schreckliche Wahl, zu verhungern, oder rettungslos ihrem Tode unter Lavinen entgegen zu gehen. Russeger erzählt, nach Sagen, denen bestimmt eine schauerliche Wahrheit zum Grunde liegt, daß in einer Knappen-Stube zwölf Bergleute, die wegen Schnee zurückgeblieben, verhungert seyen. Man fand ihre Leichen, als Gletscher schon die Stelle bedeckten, um den Tisch sitzend. — In Gastein und Rauris bestehen Aufzug-Maschinen zur Förderung der Erze über Tag. Vermittelst derselben kann man, in der Sommerzeit, vom Thale aus zum Berg-Gebäude hinauffahren. Ein gewaltiges Rad von 50 Fuß Durchmesser bewegt die Maschine. Die Länge des Treibseiles beträgt 4800 Fuß, und die senkrechte Höhe, zu welcher man, über schroffe Felswände und tiefe Abgründe, hinaufgezogen wird, 2161 Pariser Fuß. Die Auffahrt dauert 20 bis 25 Minuten, während beinahe zwei Stunden erforderlich sind, um zu Fuß die Höhe zu ersteigen; herab fährt man in 8 bis 10 Minuten. Der Wagen zu diesen Fahrten ist sehr einfach. Er besteht aus einem starken Brett auf vier Walzen; die übrige Einrichtung ist die nämliche, wie bei Eisenbahnen. Der Geübtheit und Sicherheit der Bergwerks-Beamten vertrauend, entschließen sich zuweilen selbst Frauen aus höheren Ständen zu einer solchen „Fahrt durch die Lüfte."

Vermittelst ihres Zusammenhalts widerstehen die Felsmassen den auf Zerkleinerung oder Trennung derselben wirkenden Kräften mit geringerer oder größerer Stärke. — Sie werden gern erfahren, durch welche Mittel es gelang, diese Festigkeit der Gesteine zu überwinden. Ohne auf eine Schilderung des sämmtlichen Gezähes, d. h. aller Geräthschaften und Werkzeuge mich einlassen zu können, die dem Bergmanne zur Bearbeitung der

Digitized by Google

Felsmassen und der Erze, zum Zerbrechen, zum Losreißen und Sprengen derselben nöthig sind, will ich nur der wesentlicheren gedenken, um das Bild nicht unvollkommen zu lassen.

Milde Gesteine, die leicht zu zermalmen sind, bearbeitet man mit der Keilhaue (Fig. 1, Taf. II). Allein nicht oft hat es der Bergbau mit solchen lockern, weichen Massen zu thun, und am seltensten treten Fälle ein, wo Gesteine, die mit bloßen Hauen bearbeitet werden können, dennoch Zusammenhalt genug haben, um viele Jahrhunderte hindurch sich als festes Gewölbe zu erhalten. Ein besonders denkwürdiges Beispiel der Art gewährt der Pausilip-Tuff unfern Neapel, und die durch ihn hindurch gebrochene Grotte. Eine gedrängte Schilderung dürfte hier nicht am unrechten Orte seyn. Jener Tuff, eine leichte erdige Masse, ist das zerkleinte Material vulkanischer Erzeugnisse; zerriebene und zerbröckelte Laven- und Schlacken-Theile, durch Wasser herbeigeführt und schichtenweise niedergelegt. Die Felsart trägt den Namen von den Bergen, welche dieselbe bildet; denn sie setzt die lange, nicht unterbrochene Reihe zusammen, welche vom steilen Pausilip-Vorgebirge bis zum *Capo di Chino*, am äußersten Ende der Stadt Neapel, zieht; Felsen, viele hundert Fuß hoch, nackt und bloß sich ins Meer hinabsenkend, schroffe Mauern, die ohne Treppen nicht zu ersteigen wären. Die leichte Bearbeitung des Gesteines durch Keilhauen oder ähnliche Geräthschaften, beweisen die vielen Grotten-Häuser, welche sich die Lazzaroni am Meeresufer ausgehöhlt haben. Um der Verbindung zwischen Neapel und Pozzuoli willen, und zur Vermeidung des Weges über den steilen Pausilip, hat man, in gerader Richtung, eine 2123 Fuß lange Grotte durch den Berg hindurch gebrochen; denn beim Eintreten auf einer Seite ist schon die entgegen liegende Oeffnung zu sehen. Dieser „Durchfahrt-Stollen" mißt an seinem Eingange, wie am Ausgange, 50 Fuß Höhe, und hat eine Breite von 20

Digitized by Google

Fuß, so daß zwei Wagen bequem neben einander Platz finden. Wer das großartige Werk ausgeführt, in welche Zeit es fällt, ist nicht bekannt. Der Neapolitanische Volksglaube schreibt dasselbe einer Zauberei des Virgilius Maro zu, dessen Grabmal über dem Eingange in die Grotte von der Stadtseite her befindlich ist. Ebenso wenig Vertrauen verdient die Sage, daß der unterirdische Weg von M. Coccejus, Kaiser Nerva's Großvater, in Verlauf von vierzehn Tagen geöffnet worden, indem er 100,000 Menschen dabei beschäftigte; denn wie konnten so viele Arbeiter in einem Raume thätig seyn, der kaum einigen Hunderten, zu solchem Behufe, Platz gewährte. Am allgemeinsten angenommen, am wahrscheinlichsten ist, daß die erste Ausweitung der Grotte in sehr frühe Jahre fällt und vor die Zeit der Römer-Herrschaft. Seneca erzählt, daß er sich, auf seinem Wege von Bajä nach Neapel durch die Grotte habe tragen lassen; er klagt über Dunkelheit, Luft-Verderbniß und Staub. Anfangs war der unterirdische Weg weniger hoch; denn man sieht, über 20 Fuß vom Boden aufwärts, deutliche Spuren der Wagenachsen im lockern Tuff der Seiten-Wände. Durch die Decke, von der Höhe des Berges aus, wurden, in der Mitte der Grotte, zwei kleine Schacht-ähnliche Oeffnungen in schräger Richtung gebrochen, um etwas Licht und Luft in die unterirdische Weitung zu bringen; aber selbst zur Tageszeit ist Beleuchtung durch Laternen nothwendig. — Auch die weitläufigen und geräumigen Catacomben bei Neapel scheinen eine Art bergmännischer Arbeit. Der Verfolg wird mir Gelegenheit geben, derselben ausführlicher zu gedenken.

Lernen wir nun die Werkzeuge kennen, vermittelst deren der Bergmann festere Gesteine überwindet. Es gehören dahin vor allen Schlägel und Eisen (Fig. 2, Taf. II), das sind zwei Hämmer, von denen einer, der spitzige, „das Eisen", mit dem andern „dem Schlägel" eingetrieben wird; oder es hält ein Arbeiter

Digitized by Google

einen gewaltigen Meiſſel, eine Brechſtange, der andere führt den Hammer (Fig. 1, Taf. III).

Eines der älteſten Mittel, das angewendet wurde, um ins feſte Gebirge eindringen zu können, iſt unſtreitig das Feuerſetzen (Fig. 2, auf Tafel V). Man ſetzt Holzſtücke, in mehrfachen Reihen, ſenkrecht gegen die Geſtein-Wände, oder errichtet Stöße von kreuzweiſe gelegten Baumſtämmen, bald in Form eines Roſtes, bald in Pyramiden ähnlichen Haufen. Durch die Flammen, welche an die Felsmaſſen ſchlagen, werden dieſe ſehr erhitzt, und mehr oder weniger ausgedehnt; es entſtehen Riſſe und Spalten in den verſchiedenſten Richtungen, Schalen und ganze Wände vom Gebirge ziehen ſich los, und nun dienen Brechſtangen und Keilhauen, oder Schlägel und Eiſen, um Erze und Geſteine wegzunehmen. Heutigen Tages iſt das Feuerſetzen, eine Arbeit, welche ſehr viel Holz erfordert, nur an wenigen Orten noch im Brauche, ſo u. a. zu Dannemora in Schweden und in andern dortländiſchen Eiſen-Gruben, ferner im Ramelsberge bei Goslar auf dem Harze, und in einigen Zinn-Werken des Sächſiſchen Erz-Gebirges. — Die, in den unterirdiſchen Räumen empor wirbelnden, Flammen gewähren einen prachtvollen Anblick, der indeſſen ſelten zu genießen iſt; Rauch und Schwefel-Dämpfe ſind in den Gruben ſo läſtig, daß dieſe während des Feuerſetzens nicht beſucht werden können, auch ſteigt die Hitze bis zu dem Grade, daß die Bergleute genöthigt ſind, halb nackt, oder ganz entkleidet zu arbeiten. Bei Felsöbanya in Siebenbürgen, wo man, wenigſtens vor nicht langer Zeit noch, das Feuerſetzen anwendete, kriechen die „Schürknechte“ auf dem Bauche zum Brandorte, um das Feuer zu unterhalten, während die glühend heißen Wetter (erhitzte Luft) über ſie wegziehen. — Wie Livius, der Römiſche Geſchichtſchreiber erzählt, ſo benutzten die Karthager, beim Zuge Hannibals über die Alpen, das Feuerſetzen, um

Digitized by Google

Felswände zu sprengen, und dem Heere eine Straße zu bahnen. Ein anderer berühmter Historiker, Diodor, berichtet, daß jenes Verfahren, um Erze zu gewinnen, schon in den Bergwerken der ersten Aegyptischen Könige eingeführt gewesen sey. Auch eine Stelle im Buche Hiob (Kap. 28, V. 5) läßt sich wohl auf das Feuersetzen beziehen. — Daß die Alten die mürbe zu brennenden, die „zu erweichenden" Gesteine mit Essig besprengt haben sollen, beruht ohne Zweifel auf einem Mißverständnisse, oder es lag dabei irgend ein Vorurtheil zum Grunde.

Von hoher Wichtigkeit für den Bergbau war die Erfindung des Pulvers. Bis dahin gingen die Arbeiten um Vieles langsamer von statten und waren auch bei weitem beschwerlicher. Man kennt noch alte Gruben, wo aus den, von Jahr zu Jahr eingehauenen, Zahlen zu ersehen, daß solche Baue oft in Jahresfrist kaum 30 Fuß vorrückten. Durch Anwendung des Pulvers erhielt das Bergmanns-Gewerbe in vielfacher Hinsicht eine veränderte Gestalt; denn was Feuersetzen und Menschenhände zu leisten vermochten, stand außer Verhältniß mit der Kraft, die man nun hervorbringen konnte. Auffallend bleibt, daß Jahrhunderte verflossen, nachdem der Deutsche Mönch die Entdeckung gemacht, welche so bedeutend auf die Schicksale ganzer Nationen einwirkte, ehe man das Pulver zum Sprengen von Felsmassen benutzte. Anfänglich dürfte das Schießen* nur in Steinbrüchen im Brauche gewesen, und nicht lange vor der Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts zuerst in Ungarischen, sodann in Harzer und Sächsischen Bergwerken zum Sprengen der Gesteine eingeführt worden seyn; zu Dannemora war die Spreng-Arbeit 1729 noch nicht bekannt. Verletzungen und Unglücksfälle beim Sprengen des Gesteins durch

* Fig. 3, Taf. II zeigt, wie das Bohrloch vermittelst eines, durch den Hammer einzutreibenden, Meißels ausgeweitet wird; in das Bohrloch kommt sodann die, mit Pulver gefüllte, Patrone.

Digitized by Google

Pulver, wie solche die Arbeiter in den Bergwerken Sachsens, und vorzüglich in jenen von Siberien, nicht selten erfahren sollen, sind meist Folgen der Verwegenheit oder Unvorsichtigkeit. — Um Ihnen den Beweis zu geben, wie stark der Pulver-Verbrauch in manchen Bergwerks-Landen ist, bemerke ich, daß im Freiberger Reviere jährlich 1200 bis 1400 Centner Pulver verschossen werden, und in einer einzigen Mexikanischen Grube, in der von *Gallega*, im Jahre 1833 nicht weniger als 381 Centner. — In den Schwedischen Eisengruben brennt man, zu gewissen Tages-Zeiten, ganze Batterien auf einmal los. Besondere Glocken geben Warnungs-Zeichen; nach kurzer Stille bricht sodann plötzlich aus den Tiefen ein furchtbarer Donner hervor, der lange nachhallt in den Felsklüften. Schnelle Blitze erleuchten auf Augenblicke das unterirdische Gebiet; es folgt Schlag auf Schlag, und während der Dauer einer Viertelstunde zittert der Boden, die nächste Umgegend bebt, wie bei Erd-Erschütterungen; Gestein- und Erzstücke fliegen aus schwarzen Rauch-Wolken empor, und werden zum Theil weit hinaus über den Rand der Gruben geschleudert; krachendes Geräusch verkündet das Einstürzen der Felsmassen in den Tiefen. In Dannemora pflegt man die Schüsse in der Mittagzeit, wenn die Arbeiter sich zur Ruhestunde heraufbegeben, loszubrennen. Dieß hat eines der auffallendsten Mißverständnisse veranlaßt: in einem, vor nicht sehr langer Zeit zu Paris erschienenen, Buche heißt es nämlich, in den Gruben von Dannemora werde jeden Tag, genau um die zwölfte Stunde, eine heftige Detonation gehört, und es sey sehr schwierig, ein solches Phänomen zu erklären.

Das Letzte, was ich zur Sprache zu bringen habe, ehe ich Ihre Aufmerksamkeit andern Gegenständen zuwenden kann, ist die Tiefe, in welche man eingedrungen. Dieses Verhältniß muß uns vorzugsweise wichtig seyn; es ist dasjenige, worauf es hier

Digitized by Google

besonders ankommt; aber ohne die vorangeschickten Erklärungen hätte ich fürchten müssen, nicht allgemein verständlich zu werden.

Bei Beurtheilung der, durch Bergmanns-Arbeiten erreichten, Tiefe, hat man vor Allem die Lage der Gruben zu beachten. Nicht selten wird Bergbau in sehr bedeutenden Höhen getrieben. Sie erinnern sich, was von den Gruben im Salzburger Alpenlande gesagt worden. Ferner weiß man, daß auf dem Illimani, in den Kordilleren der Andes-Kette, die alten Peruaner an Stellen, erhabener als der Mont-Blanc, Erze gewannen. In Norwegen wurde, wie Leopold von Buch erzählt, ehedem jenseit der Grenze ewigen Schnees Bergbau getrieben. Um die Gruben gegen Einsturz zu bewahren, mußte man, da kein Holz zum Auszimmern auf die gewaltige Höhe gebracht werden konnte, ein Mittel eigener Art wählen. Es wurde Wasser in die Gruben gelassen, und als dieses gefroren war, schlug man das Eis bis auf einzelne Pfeiler, die zur Unterstützung stehen blieben, wieder heraus. — Leicht ist einzusehen, daß Gruben, deren Eingänge so hoch liegen — auch wenn dieselben an und für sich eine, keineswegs unbedeutende Tiefe haben — dennoch vom Mittelpunkte der Erde sehr fern bleiben müssen. Schachte von einigen tausend Fuß* Tiefe — Teufe in der Bergmanns-Sprache — erreichen, wenn sie in erhabenen Gebirgen niedergetrieben werden, selten die Meeres-Oberfläche, und noch weniger senken sie sich unter den Meeres-Boden hinab. So ist der Schacht alte Hoffnung zu Freiberg, im Erzgebirge Sachsens, nur etwas über 100 Fuß unter den Spiegel der Ostsee gekommen; die uns bekannte Grube Samson zu St. Andreasberg auf dem Harze (Fig. 1, Taf. I) hat eine Tiefe von 2485 Fuß, aber sie reicht, wie aus dem Profil zu ersehen, nicht viel über 280 Fuß unter das

* Bergleute pflegen übrigens nicht nach Fußen zu rechnen, sondern nach Lachtern; ein Lachter beträgt ungefähr 7 Fuß.

Digitized by Google

Niveau der Ostsee. — Anders verhält es sich mit Gruben, die in niedrigen Gegenden ausgeweitet wurden. In solchen gelangt man der Erdmitte näher; obwohl auch diese Näherung nicht viel sagen will, denn die größte Tiefe, welche erreicht wurde, jene in den Steinkohlen-Gruben von Valenciennes und Lüttich beträgt nur 1500 bis 1600 Fuß unter der Meeres-Oberfläche, folglich etwa den 11,800ten Theil des halben Erd-Durchmessers. — Der Bergbau wird demnach ein sehr beschränktes Mittel bleiben, um ins Innere der Erde zu gelangen; denn je tiefer man eindringt, desto mehr nimmt in der Regel die Luft-Verderbniß zu, desto stärker wird der Luftdruck, so daß die Arbeiter nicht mehr athmen können; auch hätte man stellenweise ein solches Andringen der Wasser zu fürchten, daß die kostspieligsten Maschinen sie keineswegs zu entfernen vermöchten. In den Gruben des Freiberger Reviers hat man zwar im Allgemeinen die Erfahrung gemacht, daß der unterirdische Wasser-Zudrang mit der Teufe abnimmt; allein in vielen andern Gegenden mußten Werke, mit denen man früher in bedeutende Tiefe eingedrungen war, der Wasser wegen, wieder verlassen werden. — In solchen unüberwindlichen Hindernissen liegt die Antwort auf die Frage: weßhalb nicht längst der Gedanke ausgeführt worden, mit tiefen Schachten niederzugehen, um über die Beschaffenheit des Erd-Innern sich näher zu unterrichten. — — Allein selbst bei dieser Beschränktheit ist der Schatz von Erfahrungen, welchen Bergmanns-Arbeiten geliefert, sehr groß, und ihr Einfluß auf das Vorschreiten der Geologie entschieden. Ich will an das früher Gesagte noch einen Beweis von hoher Wichtigkeit reihen. Ohne Bergbau würde es nie gelungen seyn, über einen sehr verwickelten Gegenstand, ich meine das Gesetzmäßige der Wärme-Verhältnisse unserer Erde, nähere Aufklärung zu erhalten; und dieser Gegenstand, den ich später zur Sprache zu bringen habe, ist, wie Sie sehen sollen, von

Digitized by Google

größtem Interesse, indem er den Geist des Menschen der Betrachtung von Dingen zuwendet, welche mit unserer Glückseligkeit in sehr enger Beziehung stehen.

Endlich wird es wohl hier am rechten Orte seyn, von den bedeutenden Vortheilen zu reden, welche mehr und mehr ausgedehnte bergmännische Erfahrungen, namentlich die verbesserten Sprengungs-Methoden, in anderer Hinsicht gewährten. Wir wollen bei einigen Beispielen verweilen. Außer dem Bergbau bedient man sich Stollen-ähnlicher Weitungen, nur in viel größerem Maßstabe, um lange und beschwerliche Wege über Berge zu vermeiden, oder um unter Flüssen durchzugehen. Es werden unterirdische Straßen künstlich in Fels gehauen und gesprengt. Das Urner- oder Urseler-Loch, einen Durchgang durch den Fuß des Kilchberges, sprengte man, 1707, in eilf Monaten durch Granit. Die Länge des Durchgangs betrug 200 Fuß, die Höhe 8 bis 9, die Breite 7 bis 8 Fuß. In neuester Zeit, als die Gotthard-Straße fahrbar gemacht wurde, erweiterte man jenen Durchgang bedeutend, er ist nun 16 Fuß hoch und 18 Fuß breit, mithin selbst für Lastwagen vollkommen geräumig. Die prachtvolle Straße über den Simplon — so breit, daß zwei Wagen überall neben einander fahren, und selbst entgegenkommenden Wagen bequem ausweichen können, im Anfange dieses Jahrhunderts gebaut, eines der merkwürdigsten Werke der Art — hat viele kolossale unterirdische Durchgänge (*Galèries*) aufzuweisen. Dasselbe gilt von den übrigen Straßen, welche im kurzen Zeitraume der letzten Jahrzehnde über die höchsten Pässe der Schweizer, der Savoyischen und der Süddeutschen Alpen hinausgeführt worden. Das kunstvolle prächtige Aussehen solcher Straßen wird erhöht durch wilde Berg-Thäler, an denen sie, allmälig aufsteigend, zu den erhabensten Gebirgs-Stellen sich hinziehen, durch die, mit unbegreiflicher Kühnheit, über weit gähnende Schlünde führende Brücken und Bogen-

Digitized by Google

Gewölbe. Mitten durch die festesten Felsen, durch ganze Berge hindurch, welche den Weg versperrten, wurden Gewölbe-artige Gänge gesprengt. Auf der Nordseite des Simplon führt die Straße am Fuße eines Gletschers vorbei durch zwei, auf der Südseite durch drei Gallerien, von denen jene von Gondo, *la grande Galérie*, bei einer Breite und Höhe von 24½ Fuß, 683 Fuß lang ist. Ueber tausend Arbeiter hatten hier, achtzehn Monate lang, mit Durchbrechung des Granits zu thun, obwohl sie ohne Unterlaß beschäftigt waren. Die Alpenstraße über das Stilfser- (*Stelvio*-) Joch ist in Höhen geführt, welche keine andere bis dahin erreicht hatte, nämlich 800 Pariser Fuß über der Schneegrenze. Mancherlei Schwierigkeiten lagen in der natürlichen Beschaffenheit der Gegend, durch welche die Straße gehen sollte; nicht selten waren breite und tiefe Spalten an einer Seite, an der andern senkrecht emporsteigende, sehr hohe Felsen; stellenweise mußte die Straße durch mächtige Mauern gestützt werden, und gemauerte Gallerien dienen als Lavinen-Ableiter. Im Rhein-Preussischen Ahrthal hat man (1834) zur Verbindung der neuen Straße, einen Fels von 432 Fuß Breite durchbrochen; die Stollen-ähnliche Durchfahrt mißt 16 Fuß Höhe auf 20 Fuß Weite. — Auch der bekannte Trolhätta-Kanal in Schweden, den man stellenweise mitten durch Felsen hindurch geführt, die mit Pulver gesprengt wurden, und der vielbesprochene *Tunnel* in London, die Fahrstraße, welche man unter der Themse her zu leiten begonnen hat, sind Unternehmungen, in den Bereich des Bergbaues gehörend. Das prächtige „neue Thor" zu Salzburg, ein erhabenes Gewölbe, ist durch die senkrecht, einer Mauer gleich, groß und kühn emporsteigende Nagelflue des Mönchsberges — ein merkwürdiges Trümmer-Gestein, von dem wir später Genaueres hören werden — hindurchgebrochen. Diese Halle, durch welche die Hauptstraße führt, mißt 415 Fuß Länge, 59 F. Höhe und 22 F. Br. In zwei Jahren war die Arbeit vollendet.

Digitized by Google

Wo Ströme plötzlich zwischen hohe jähe Ufer sich drängen, da werden hervorragende Felsen-Riffe oft sehr verderblich für Schiffende. So erwähnt die älteste Rheinische Geschichte des „Binger-Loches“, wo der mächtige Fluß mit reißender Geschwindigkeit zwischen Klippen brausend fortstürzt, und der „Donau-Strudel“ war, lange Zeit hindurch, der Schrecken Aller, welche diesen Strom befuhren. Bei Bingen begann schon unter den Römern die Arbeit zur Erleichterung der Schifffahrt. Franzosen und Schweden versuchten im siebenzehnten Jahrhundert die Gewalt des Pulvers an den Felsen. Aber die Natur schien dem Unternehmen Grenzen gesetzt zu haben, und erst 1833 gelang es, nach dreijähriger Arbeit, die Schwierigkeiten zu überwinden, und durch glücklich geleitete Sprengungen die Fahrbahn hinreichend zu erweitern. Jene gefahrvolle Stelle in der Donau kann längst mit aller Sicherheit durchschifft werden. Gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurden die granitischen Felsen-Klippen gesprengt.

Ich würde zu weit aus meinem Wege gegangen seyn, hätte ich jezt schon von den verschiedenartigen Gewinnungs-Weisen der Erze, des Steinsalzes und der Steinkohlen reden wollen. Der Verfolg wird mir Gelegenheit geben, das Lehrreichste und Interessanteste an schicklichen Orten nachzutragen. — Unerwähnt will ich nicht lassen, daß zu den, für geologische Absichten besonders wichtigen, kunstgerechten bergmännischen Nachsuchungen auch die Bohr-Arbeiten gehören. Ich werde demnächst, bei den „erbohrten“ salzigen und Süßwasser-Quellen, jener Arbeiten ausführlicher zu gedenken veranlaßt werden. In nicht wenigen Fällen lieferten sie die schönsten Beweise für Schlußfolgen, die man aus geologischen Thatsachen abgeleitet hatte.

Digitized by Google

Zweite Vorlesung.

Hülfs-Wissenschaften der Geologie: Physik, Chemie, Mineralogie. — Allgemeine Eigenschaften der Körper. — Andeutungen über Licht, Wärme, Electricität, Galvanismus, Magnetismus und Thermo-Magnetismus.

Die größten, die wichtigsten Momente der Bildung und Umbildung unserer Erdrinde fallen in Zeiten, welche weit über Geschichte und Sagen hinausreichen. Nur die Ereignisse der, verhältnißmäßig sehr kurzen, historischen Periode wurden Gegenstände unmittelbarer Beobachtung und Erfahrung. Aus dem Bau der Erde aber, aus Felslagen und Massen die ihre Rinde bilden, aus Gesetzen der Natur, nach welchen physikalische und chemische Kräfte wirken, läßt sich ein Theil der Erd-Geschichte erforschen. Nun hat zwar der Inhalt der ersten Vorlesung ergeben, daß unser Erfahrungs-Kreis, im Vergleich zum großen Erdganzen, klein sey; allein das ist eben so erfreulich, als wichtig, daß alle wesentlichen Thatsachen, die man bis jezt nachgewiesen, selbst solche, die an den entferntesten Stellen wahrgenommen worden, sich in schönster Uebereinstimmung befinden; man hat im Bau der Erdrinde durchgreifende Gesetze erkannt. Sind wir auch über viele Umwälzungen, welche den gegenwärtigen Zustand der Erde herbeigeführt, ohne genaue Kunde, so herrscht dennoch so viel Harmonie und Einfachheit in der Gesammt-Anordnung, daß, beachten wir

Digitized by Google

die Hergänge heutiger Zeit, uns gar manche Schlüsse auf Ereignisse längst vergangener Jahrhunderte und Jahrtausende gestattet sind.

Wir sehen die feste Rinde der Erde — denn über das Innere, über den Erdkern, müssen unsere Meinungen immer mehr oder weniger schwankend bleiben — aus Mineral-Massen, aus Gesteinen, Fels- oder Gebirgsarten zusammengesetzt, die, was ihre Beschaffenheit und ihre Anordnung betrifft, nicht geringe Verschiedenheit zeigen. Wie dieses Mannigfaltige gebildet, wie die Gesteine geordnet worden, beim Bau der Erdrinde, dieß sind die wichtigsten Aufgaben, welche die Geologie zu lösen sucht. — Die verschiedenen Zweige allgemeiner Natur-Wissenschaft haben jedoch der gegenseitigen Berührungs-Punkte sehr viele; ja es ist nicht wohl möglich, über einen derselben ins Klare zu kommen, ohne daß man sich auf Erfahrungen berufe und stütze, welche in andern Zweigen gemacht worden. Besonders von der Geologie gilt das Gesagte. Es wird darum für unsere Absicht unerläßlich seyn, von einigen jener Zweige, von Physik, Chemie und Mineralogie, das Nothwendigste und Interessanteste in möglichster Kürze und Klarheit einzuschalten.

Die Physik beachtet die Veränderungen in der leblosen Körperwelt und erforscht die Gesetze, nach denen sie erfolgen. Aufgaben der Physik sind: Betrachtung der allgemeinsten Eigenschaften fester, tropfbar-flüssiger und luftförmiger Materien; Untersuchung der mechanischen Wirkungen, welche jene Körper, in ihren verschiedenartigen Zuständen, auf einander ausüben, so wie der mannigfaltigen Erscheinungen, die sie bei ihren Bewegungen wahrnehmen lassen.

Die Chemie zerfällt, ihrem Wesen nach, in Arbeiten, deren Zwecke Zerlegungen sind (Scheidekunst), und in solche, durch

Digitized by Google

welche man Verbindungen beabsichtigt. Die Chemie beschäftigt sich folglich mit Untersuchungen der Bestandtheile, aus denen Körper zusammengesetzt sind; sie trennt dieselben in ihre Grundstoffe, in ihre Elemente; sie prüft die Eigenschaften eines jeden dieser Elemente; sie lehrt uns die Verbindungen kennen, welche Elemente mit einander bilden, die Umstände, unter denen Verbindungen der Art erfolgen, und die gegenseitigen Wirkungen derselben.

Die Mineralogie betrachtet die einzelnen Mineralkörper nach ihren Eigenschaften, um sie kennen und von einander unterscheiden zu lernen..

Durch Physik und Chemie sind so viele Zweifel im Bereiche der Geologie gelöst worden, die man auf andere Weise nicht zu enträthseln wußte, daß eine gewisse Einsicht in physikalisch-chemische Dinge, um das Ganze verstehen zu lernen, unentbehrlich ist. Indem ich mich daher anschicke, Ihnen das Erfahrungsgemäße vorzutragen, werde ich stets die unmittelbare Anwendung physikalisch-chemischer Lehrsätze, auf geologische Beziehungen und Phänomene im Auge behalten. Manches Verwickelte ist abzuhandeln. Sie müssen von der Materie und ihren Eigenschaften hören, von unwägbaren Stoffen, von Elementen und von chemischen Verbindungen; wir haben uns über Luft und Wasser, über Gasarten, Säuren, Alkalien, Erden und Erze zu verständigen. Eben so sind gewisse Kräfte, Gesetze, Wirkungen und Wechsel-Wirkungen für uns von höchster Wichtigkeit, wegen ihres Einflusses auf die Außenfläche der Erdrinde, wegen der Aenderungen, die sie ohne Unterlaß herbeiführen, um der Zersetzungen, um der neuen Mineral-Bildungen willen, die ihr Werk sind. Wie sich diese vielartigen Phänomene an einander reihen, wie eines derselben Folge des andern ist, soll die Beobachtung lehren. Unser Verstand, der

Digitized by Google

bei allen Erscheinungen nach den Ursachen forscht, soll, aus einer Verbindung der Ersteren, die letzteren zu ergründen bemüht seyn. — Die Anwendung allgemeiner Gesetze und Wirkungen auf besondere Fälle, auf Ereignisse, wie solche noch täglich, unter unsern Augen, auf dem Schauplatze der Erde statt haben, werden zur Ueberzeugung führen, daß es in der Natur eigentlich keinen Zufall gibt; daß das, was man so zu nennen gewohnt ist, als Folge allgemeiner Gesetze in einem besondern Falle gelten müsse. Zwar lassen sich, bei manchen Erscheinungen, jene Gesetze aus den Wirkungen nicht genügend ableiten, und in Ermangelung vollständiger Lösung dieser oder jener Probleme, sehen wir uns auf bloße Muthmaßungen beschränkt; allein der gerechte Stolz der Wissenschaft erfährt keine Demüthigung, wenn der menschliche Geist der ihm gesetzten Schranken bewußt wird.

Nach dem größern oder geringern Widerstande, welchen Körper leisten, wenn man sie zu zertheilen sucht, unterscheiden wir feste, tropfbar-flüssige und luftförmige Materien. Bei bekannten Begriffen, wie diese, wollen wir nicht verweilen. Mineralien, und die aus ihnen zusammengesetzten Felsmassen, sind, mit sehr wenigen Ausnahmen, feste Körper; von tropfbar-flüssigen und luftförmigen Stoffen ist das Aeußere unserer Erde umgeben und theilweise damit bedeckt, auch durchziehen sie das Innere derselben. Nicht selten finden allmälige Uebergänge aus einem jener Zustände in den andern statt. Manche feste Körper werden, wenn man sie erhitzt, zu flüssigen, und diese wandeln sich wieder zu luftförmigen um. Beim Erkalten nehmen flüssige Materien feste Formen an; Wasser gefriert zu Eis. Selbst luftförmige Körper können, unter gewissen Bedingungen, sich wieder tropfbar-flüssige oder feste Gestalt aneignen. — Zur Erläuterung verweise ich auf Destillationen und Sublimationen der Chemiker. Werden tropfbar-flüssige

Digitized by Google

oder feste Körper durch Hitze zu dampfförmigen, und verdichtet dieser Dampf beim Erkalten, indem nach und nach große Tropfen entstehen und sich dermaßen vermehren, daß sie zusammenfließen, und wieder zu einem Flüssigen sich vereinigen, so heißt dieß Destillation; Sublimation ist dagegen der Ausdruck, wenn man einen festen Körper durch den Proceß erhält. Von Sublimationen, wie solche die Natur und mitunter in großartiger Weise, vornimmt, liefern unsere noch thätigen Vulkane denkwürdige Beispiele.

Ehe von manchen, mehr besondern Eigenschaften fester, flüssiger und luftförmiger Körper die Rede seyn kann, haben wir einige allgemeine Eigenthümlichkeiten derselben zur Sprache zu bringen. Es gehören hierher: Ausdehnung, Schwerkraft, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Trägheit, Beweglichkeit und Porosität.

Vermöge ihrer Ausdehnung nehmen Körper einen gewissen Raum ein. Das gewöhnliche Kunstwort, womit man den Raum-Gehalt bezeichnet, ist Volumen. Bei gleichem Volumen kann die Menge der Materie eines Körpers — das, was dessen Masse ausmacht, — sehr verschieden seyn. Wir werden im Verfolg Gelegenheit haben, uns davon zu überzeugen.

Für die Schwerkraft der Körper liefert das Fallen derselben die unzweideutigsten Beweise. Der Stein, den wir aufgenommen, fällt, sobald wir ihn sich selbst überlassen, zur Erd-Oberfläche hinab. An diese ganz einfache Natur-Erscheinung knüpfen sich interessante Betrachtungen; denn, wenn der nämliche Stein von der Höhe eines Thurmes niederfällt, so entsteht die Frage: ob die Luft, — dieselbe Luft, welche die Segel unserer Schiffe schwellt und treibt, und die Flügel der Windmühlen bewegt — ob diese Luft, vom niederstürzenden Steine aus ihrer Stelle getrieben, seinem Fallen sich widersetzen, ob sie dasselbe

Digitized by Google

hindern oder beschleunigen werde? — Die genaue Erforschung solcher Phänomene begründete Gesetze für den Fall schwerer Körper. Man fand, daß mit zunehmender Höhe die Geschwindigkeit des Falles beschleunigt wird; daß die Luft um desto merkbarer auf jenes Verhältniß einwirkt, je größer das Volumen der Körper ist im Vergleich zu ihrem Gewichte; daß im luftleeren Raume alle Körper, Gold und Baumwolle, mit gleicher Geschwindigkeit fallen. — Die Schwerkraft ist eine Eigenschaft der Materie, welche sich in geologischer Hinsicht, wegen ihres Antheils an den, ohne Unterlaß statt habenden, Aenderungen der Erd-Oberfläche, sehr bedeutend macht.

Indem ich von der Schwerkraft rede, dürfte es nicht ungeeignet seyn, über die Begriffe von Schwere und von specifischem Gewicht einige Worte beizufügen, um so mehr, da ich schon im nächsten Verfolg mich des letztern Ausdruckes nicht selten zu bedienen habe. Wiegt man zwei Würfel von derselben Größe, aber von verschiedenen Substanzen, so ergibt sich meist ein ungleiches Gewicht. Gar häufig tritt der Fall ein, daß man die Schwere gewisser Körper bei einem gegebenen Volumen kennen, daß man wissen muß, wie viel ein Kubikfuß dieses oder jenen Metalls, der einen oder der andern Steinart wiege. Das Verhältniß, welches in solcher Hinsicht zwischen den einzelnen Körpern statt findet, läßt sich in Zahlen genau ausdrücken. Feste und tropfbar-flüssige Substanzen werden zu dem Ende mit reinem Wasser verglichen, d. h. dieses gilt als Maß, als Einheit, und man bezeichnet das specifische Gewicht jener festen oder flüssigen Körper, indem man angibt, um wie viel dieselben schwerer sind, als Wasser, vorausgesetzt, daß sie den nämlichen Raum wie dieses einnehmen. Wenn z. B. ein Würfel von Wasser ein Pfund wiegt, so würde ein eben so großer Würfel reinen Gediegen-Silbers zehn Pfund und fünf Zehntheile wiegen; dieß

Digitized by Google

drückt man in Decimalen so aus: specifisches Gewicht des Gediegen-Silbers = 10,5. — Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes dient eine, für diesen Zweck besonders eingerichtete, die „hydrostatische" Wage, deren Beschreibung in allen Lehrbüchern der Physik zu finden ist. Das specifische Gewicht gibt für Mineralien eines der wesentlichsten Merkmale ab; es ist jedoch hier nicht der Ort, dieß weiter auszuführen.

Gehen wir zur Betrachtung anderer Eigenschaften der Körper über.

Unter Trägheit der Materie versteht man ihre Unfähigkeit, sich selbst in Bewegung zu setzen, oder auf irgend eine Weise die Bewegung zu ändern, welche sie durch äußerliche Ursachen dieser oder jener Art erlangte. Mit andern Worten: Trägheit ist gänzlicher Mangel des Vermögens, Ruhe und Bewegung freiwillig wechseln zu können. Mineralien, Gestein-Massen beharren in steter Ruhe, bis sie durch äußerliche Ursachen bewegt werden, und bleiben in Bewegung, bis andere äußere Ursachen diese aufheben.

Poröse, löcherige, Schwamm-artige Körper erscheinen durchbohrt von zahllosen kleinen Höhlungen (Poren).

Ich erwähnte vorher noch einiger besonderen Eigenschaften gewisser Körper. Unter diesen nehmen vor allen Härte und Elasticität unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Harte Körper widerstehen jedem Eindrucke von Außen mit mehr oder weniger Kraft, und diese Kraft nimmt in dem Verhältnisse zu, in welchem die Theilchen einer Materie einander genähert erscheinen. Die härteste Substanz, welche das Mineralreich aufzuweisen hat, der Diamant, kann als Beispiel dienen; Diamant ist verdichteter Kohlenstoff. Weiche Körper, im Gegensatze der harten, sind solche, deren Oberfläche

Digitized by Google

leicht Eindrücke annimmt, denen man zum Theil auch durch Druck andere Gestalten geben kann. Einige Beispiele dürften nicht überflüssig seyn, da Härte zu den wesentlicheren Merkmalen gar mancher Mineralien gehört, mit denen wir uns genauer bekannt zu machen haben. Die scharfe Ecke eines Feuersteines ritzt eine Glasscheibe, über welche man damit hinfährt; bei Kreide ist dieß nicht der Fall, oder es kann die Spur, der zurückgebliebene weiße Streifen, leicht weggewischt werden. Sie sehen, daß Feuerstein härter, Kreide aber weicher ist, als Glas; und zwischen dem härtesten aller Mineral-Körper, dem Diamanten, und der weichen Kreide, gibt es der Mittelgrade viele, so daß man, durch ihr gegenseitiges Verhalten, die Härte jener Substanzen bestimmen kann: Quarz wird von Topas geritzt und ritzt den Feldspath, er steht folglich, was seine Härte betrifft, in der Mitte zwischen beiden; Kalkspath wird von Flußspath geritzt und ritzt Gyps u. s. w. Spröde Körper brechen bei geringer Beugung; beim Versuche von spröden Mineralien kleine Theile loszutrennen, springen diese unter Geräusch umher, oder sie trennen sich als Pulver vom Ganzen der Massen. Elastische Substanzen lassen sich durch Druck in engern Raum einschränken, und dehnen sich, so wie der Druck aufgehoben wird, wieder zum vorigen Raume aus. Auf der Elasticität, auf der Federkraft der atmosphärischen Luft, auf der Erfahrung, daß, je stärker der Druck, um desto mehr die elastische Gewalt gesteigert wird, beruht die Einrichtung der Windbüchsen. Um aus dem Mineralreiche eines Beispieles zu gedenken, verweise ich Sie auf den Glimmer; er ist elastisch, er läßt sich biegen, nimmt jedoch seine vorige Gestalt wieder an, wenn der Druck aufgehoben wird. Dünne Blättchen bloß biegsamer Mineralien, so unter anderen jene von Talk, können gebogen werden, allein sie nehmen ihre frühere Lage nicht wieder an.

Digitized by Google

Ich unterlasse, von Geschmeidigkeit, oder Streckbarkeit, und von einigen andern, den Metallen mehr ausschließlich zustehenden Eigenthümlichkeiten zu reden. Später soll das Nöthige darüber angeführt werden.

Feste, tropfbar-flüssige und luftförmige Körper machen auf unsere Sinnes-Werkzeuge, auf unsere Organe, sehr verschiedene Eindrücke. Ohne Unterlaß empfinden wir zahllose äußerliche Einwirkungen der uns umgebenden Gegenstände. Wir sehen, daß manche Erscheinungen nach Willkühr herbeigeführt, oder abgehalten werden können. Ferner lehrt die tägliche Erfahrung, daß Körper unter gewissen Umständen, in die wir sie versetzen, erkalten und sich zusammenziehen, oder daß sich dieselben erhitzen und ausdehnen. Wir vermögen Körper zu stoßen, zu bewegen, oder es erfahren dieselben solche Einwirkungen durch äußere, von uns unabhängige Ursachen. Auch der Einfluß mehr zarter, gleichsam geheimnißvoller Kräfte und Stoffe bewirkt gegenseitige Näherung der Körper oder Entfernung derselben von einander; sie werden angezogen oder abgestoßen. Bei gewissen Materien reichen unsere Mittel nicht hin, ihre Schwere darzuthun, ihr Gewicht zu bestimmen, und eben so wenig lassen sich dieselben in Gefäße einschließen. Sie haben daher, als Materien, ein etwas räthselhaftes Daseyn; allein ihre Wirkungen, wie wir solche angedeutet, oder später kennen lernen werden, setzen die Existenz derselben außer Zweifel. Man bezeichnet Materien dieser Art mit dem Ausdrucke unwägbare Stoffe oder Imponderabilien. Es gehören dahin: Licht, Wärme, Elektricität, Galvanismus und Magnetismus.

Ursprüngliche, unversiegbare Quelle des Lichtes, des die ganze Natur belebenden Princips, ist die Sonne. Jeder kennt das eigenthümliche Gefühl, welches Licht in uns anregt; aber das Wesen der ausnehmend zarten Flüssigkeit läßt sich keineswegs als

Digitized by Google

genügend ergründet betrachten. Mit erstaunungswürdiger, ans Wundersame grenzender, Schnelle strömt das Licht ohne Unterlaß von der Sonne auf die Erde. Astronomen und Physiker haben berechnet, daß Kanonen-Kugeln, die von der Sonne abgeschossen würden, dreißig Jahre nöthig hätten, um zur Erde zu gelangen; und dennoch gilt es als erwiesen, daß das Licht nur etwa acht Minuten braucht, um zur Beleuchtung einer Erd-Hälfte anzukommen; es macht folglich in einer Sekunde einen Weg von ungefähr 41,000 geographischen Meilen oder von 911 Millionen Fuß. — Sämmtliche Materien, alle irdischen Körper, werden leuchtend, wenn man sie genugsam erwärmt; mit dem Erkalten büßen sie jedoch die erlangte Eigenschaft wieder ein. Eisen-Stangen, im dunkeln Raume bis zum Rothglühen erhitzt, werden, was sie früher nicht waren, sichtbar; ja sie entwickeln Licht, sie erhellen die umgebenden Gegenstände und machen dieselben sichtbar, indem sie Licht von sich geben. — Das Licht dringt durch den Luftkreis, welcher die Erde umgibt. Es besitzt der denkwürdigen und auffallenden Eigenthümlichkeiten gar viele, deren nähere Untersuchung jedoch mehr ausschließlich in den Bereich der Physik gehört. Wir wollen nur bei einigen verweilen. Das Licht fällt auf die Wolken, es wird von ihnen zurückgeworfen, dadurch werden dieselben sichtbar. — Das auf irdische Gegenstände verschiedenster Art fallende Licht erleidet sonderbare und mannigfaltige Abänderungen. Wenn es zurückgeworfen wird, was bei polirten, und bei gewissen undurchsichtigen Körpern, der Fall ist, so erzeugt dasselbe vielartige Farben-Erscheinungen, durchsichtige, reine Materien hindern den Durchgang des Lichtes nicht; es setzt seinen Lauf in gerader Richtung fort. Häufiger aber weicht das Licht, in seiner Verbreitung von der geraden Linie ab, es wird gebrochen. Einige Beispiele sollen diese Phänomene näher erläutern; es sind die „optischen Eigenschaften" der Mineralien,

Digitized by Google

deren ich gedenken will; nämlich ihre Durchsichtigkeit, Farbe und Glanz. Obwohl die darauf beruhenden Merkmale mineralischer Körper, in geologischer Hinsicht, nur von untergeordnetem Interesse sind, so dürfen sie uns dennoch keineswegs fremd bleiben. Uebrigens werde ich nicht unterlassen, insofern das eine, oder das andere der, aus Durchsichtigkeit, Farbe und Glanz entnommenen, Kennzeichen besondere Wichtigkeit erlangt, Sie darauf aufmerksam zu machen; gegenwärtig lasse ich es bei einigen allgemeinen Andeutungen bewenden.

Gewisse Mineralien werfen das, auf sie fallende, Licht theils zurück, theils wird es von ihnen eingesogen, aber sie lassen kein Licht durch sich hindurch; man nennt dieselben undurchsichtig, im Gegensatze durchsichtiger Mineralien, welche so viel Licht durchlassen, daß hinter ihnen befindliche Gegenstände deutlich erkennbar sind. Ein sehr bekanntes Beispiel gewährt der Glimmer. Da er nicht selten in großen Blättern vorkommt, so bediente man sich seiner, zumal in Siberien und in Peru, ehe das Glas allgemeiner verbreitet wurde, zu Fensterscheiben. — Bei halbdurchsichtigen Mineralien sind die Bilder unklar; durchscheinende lassen keine Unterscheidung der Gegenstände zu. — Nicht sämmtliche durchsichtige Mineralien wirken in gleicher Weise auf das durch sie fallende Licht; bei Allen aber weicht der Lichtstrahl von seinem geraden Wege ab, er wird gebrochen, und die Strahlen-Brechung ist eine doppelte, wenn der Gegenstand, welchen man durch ein Mineral hindurch betrachtet, sich zweifach darstellt. Beim Isländischen Kalkspath ist das Phänomen am leichtesten zu beobachten; er trägt davon den Namen Doppelspath.

Wie die Farben anderer Körper, so entstehen auch jene der Mineralien dadurch, daß von gefärbten Lichtstrahlen einige eingesogen, andere zurückgeworfen werden. Wir überlassen es den

Digitized by Google

Physikern, diese Erscheinung zu erklären, und stellen nur einige allgemeine Betrachtungen über das Gefärbtseyn von Mineralien an. — Im höchsten Reinheits-Zustande, dem Wesentlichen ihrer chemischen Zusammensetzung nach, sollten viele Mineralien farblos, wasserhell seyn, und dennoch werden sie, je nachdem diese oder jene zufälligen Bestandtheile darin enthalten sind, nicht selten mannigfaltig gefärbt befunden. So zeigen sich Bergkrystalle, welche, nach den Analysen der Chemiker aus reiner Kieselerde bestehen, gelb, roth, braun, schwarz, durch sehr geringe Beimischungen von Eisen oder von andern Metallen. — Gewisse Mineralien bleiben, was ihre Färbung betrifft, auf einen engen Kreis, auf eine oder einige Nuancen beschränkt; bei andern ist die Mannigfaltigkeit sehr groß. So nimmt unter den Farben-Suiten jene des Flußspathes eine der ausgezeichnetsten Stellen ein, ja man darf behaupten, daß sie zu den umfassendsten im Mineralreiche gehört. Vom Rosenrothen bis ins Smaragdgrüne lauft die Reihe, in reitzender Mannigfaltigkeit, durchs Blaue, Braune, Gelbe und Weiße. — Bald sind die Mineralien einfarbig, bald sieht man mehrere Farben zu den vielartigsten Zeichnungen geordnet. — Noch habe ich des Farbenspieles zu gedenken. Sie Alle kennen das Phänomen, wie solches an edlen Opalen wahrzunehmen ist. Man sieht, je nachdem solche Mineralien in verschiedenen Richtungen betrachtet werden, bald grüne und blaue, bald rothe und gelbe Farben, in kleinern und größern Flecken mit einander wechselnd.

Der Glanz, welcher Mineralien eigen, ist eine Folge von Zurückwerfung der, auf ihre Oberfläche fallenden, Lichtstrahlen. Nach den Graden hat man Abstufungen, wie bei andern glänzenden Körpern überhaupt, so auch bei Mineralien (starkglänzend, wenigglänzend), und was die Arten des Glanzes betrifft, so werden, außer dem — metallischen Substanzen eigenen, und nach ihnen den Namen tragenden — Metallglanz, Perlmutter-

Digitized by Google

Glanz, Wachs- und Fettglanz unterschieden. Glanzlose Mineralien bezeichnet man als matte. Alle diese Worte sind, für unsere Absichten, so verständlich, daß ich jede nähere Erklärung für überflüssig erachte.

Zu den, mit dem Lichte in Beziehung stehenden, Eigenschaften der Mineralien gehört endlich noch die Phosphorescenz. An und für sich höchst merkwürdig, ist die Erscheinung, als Unterscheidungs-Merkmal mineralischer Substanzen von geringem Belang. — Ein Schuster zu Bologna entdeckte sehr zufällig am sogenannten Bologneserstein — einem strahligen Baryte oder Schwerspathe — die auffallende Eigenthümlichkeit, daß derselbe von eingesogenen Lichtstrahlen noch eine Weile im Dunkeln leuchte. Nach und nach lernte man viele Mineralien kennen, die, gerieben, durch Feuer erwärmt, dem Sonnenlichte ausgesetzt oder elektrisirt, einen phosphorischen Schein von sich geben. So leuchten Diamanten, welche man einige Zeit vorher ins Sonnenlicht brachte; gewisse Kalk- und Sandsteine phosphoresciren, wenn sie geritzt werden; zwei Quarz-Stücke leuchten, selbst unter Wasser, während man sie aneinander reibt; gestoßener Flußspath gibt, auf glühenden Kohlen, auf Eisenblech, auch in siedendem Wasser, einen grünen oder blauen Lichtschein von sich, ja nicht selten erscheinen alle Farben in blendendem Wechsel, welche jenes Mineral in seinen einzelnen Abänderungen auszeichnen.

Eine andere unwägbare Materie, für unsere Absichten noch wichtiger und einflußreicher, als das Licht, ist die Wärme. Ehe ich jedoch von Wärme rede, oder vielmehr von Wärmestoff, habe ich mich mit Ihnen über einige Ausdrücke zu verstehen, deren nicht richtige Anwendung Mißverständnisse herbeiführen könnte.

Dem gewohnten Wortsinne gemäß ist Wärme die Wirkung heißer Körper auf Gefühls-Organe. Setzen wir die Hand dem

Digitized by Google

Einflusse der Sonne aus, bringen wir sie in die Nähe von Feuer, so empfinden wir Wärme, und eine, bis zu gewissen Graden des Schmerzes gesteigerte, Wärme-Empfindung wird als Hitze, oder als Brennen bezeichnet. — Ferner sehen wir durch Feuer diese oder jene auffallende Aenderungen in Körpern hervorgerufen; einige werden davon aufgezehrt, andere nur rothglühend, oder sie schmelzen, sie erscheinen in tropfbar-flüssigem Zustande, noch andere wandeln sich in Dämpfe um. Diese mannigfaltigen Wirkungen müssen durch eine, heißen Körpern innewohnende, Kraft erzeugt werden, durch eine Kraft, welche von der Empfindung unabhängig ist, und um Wirkung und bedingende Ursache zu unterscheiden, wurde für letztere, für die Ursache, der Ausdruck Wärmestoff, oder Wärme-Materie gewählt. — Die fühlbare Wärme eines Körpers, oder die Stärke, womit sich seine Wärme äußert, nennt man dessen Temperatur.

Allerdings pflegt mit dem Worte Wärme sehr gewöhnlich der Begriff von Flamme und von Licht verbunden zu werden; allein leicht ist es, die Ueberzeugung zu erlangen, daß beide letztere Erscheinungen keineswegs unbedingt nothwendig sind beim Wirken der Wärme. Eine, vermittelst Feuers, in flüssigen Zustand versetzte, Bleimasse wird, obwohl sie weder Licht noch Flamme wahrnehmen läßt, andere Körper zu erwärmen, zu erhitzen vermögen; Eis, Schwefel, Zinn, schmelzen, wenn man sie mit jener Masse in Berührung bringt. Geschmolzenes Blei entzündet Wachs, es bringt Wasser zum Kochen, oder wandelt dasselbe in Dampf um.

Wärme und Hitze sind vom eigentlichen Brenn-Material oft ganz unabhängige Begriffe. Wir werden uns davon zu überzeugen Gelegenheit haben, wenn später von der Erdwärme die Rede ist, und vom „ewigen Feuer," das in der Erdmitte seinen Sitz hat.

Digitized by Google

Die Fragen: wo die Wärme ursprünglich herstamme? wie sie entstehe? lassen sich damit beantworten, daß man sagt: jener Stoff sey überall vorhanden, er sey in den verschiedenartigsten Körpern enthalten. Feste, flüssige und luftförmige Substanzen besitzen ohne Ausnahme Wärme, auch wenn sie unserem Gefühl unbedingt kalt erscheinen; denn es läßt sich unter gewissen Umständen, durch mechanische Mittel, oder durch chemische Versuche nicht nur der Beweis führen, daß sie Wärme enthalten, indem man diese aus ihnen entwickelt, sondern es können auch Körper, wenn man ihnen Wärme entzieht, kälter gemacht werden. — Einige Beispiele werden dieß näher darthun.

Die Kunst, durch Aneinander-Reiben zweier, in Härte verschiedener, Holzstücke, Feuer hervorzubringen, ist sehr alt. Man findet sie bei den Völkern beider Erdhälften, und schrieb ihre Erfindung, in Homer'scher Zeit, dem Merkur zu. Es bedarf übrigens einer äußerst schnellen Bewegung, um die Temperatur der Holzstücke bis zum Entzündungs-Grade zu steigern. — Uebergießt man ein Gemenge aus Eisenfeil-Spähnen und Schwefel mit Wasser, so treten gewisse Zersetzungen ein, und in Folge derselben fängt jenes Gemenge Feuer. Das letztere Experiment hat eine Art geologischer Berühmtheit erlangt, indem Französische Physiker früherer Zeit im irrigen Wahne standen, dadurch die so schwierige und verwickelte, Lehre von Vulkanen und Erdbeben auf einfache und genügende Weise erklären zu können. — Auch von flüssigen Substanzen lassen sich Beispiele anführen, daß ihre Wärme beträchtlich vermehrt wird, wenn man sie zusammenbringt, und daß in einer oder der andern von ihnen Wärmestoff in Menge enthalten gewesen seyn müsse, ohne bemerkbar zu werden, so lange die Flüssigkeiten geschieden blieben: gießt man Vitriolöhl in Wasser, so hat beträchtliche Erhitzung statt.

Ferner kann man, vermittelst zweier Kräfte, die wir kennen

Digitized by Google

zu lernen haben, durch Reibungs-Elektricität und Galvanismus, Wärme erzeugen, und zwar in sehr hohen Graden, Hauptquelle der Wärme aber ist die Sonne. Sie liefert der Erde regelrecht die, für Thierleben und Pflanzen-Existenz nothwendige, Wärme-Menge. Von der Sonne kommt die Wärme, zugleich mit dem Licht, und eben so geschwind zu uns; wie denn überhaupt Licht und Wärme einander so häufig begleiten, daß man darüber gestritten hat, ob beiden nicht die nämliche Ursache zum Grunde liege. Daß die Sonne selbst ein feueriger Körper sey, ist eine längst aufgegebene Meinung. Seit Herschel's Entdeckung gilt sie als bewohnbare Welt, und Licht und Wärme, welche die Sonne aussendet, sollen von Zersetzungen gewisser elastischer Flüssigkeiten herrühren, über die ich im Verfolg reden werde.

Sämmtliche bekannte Körper enthalten Wärmestoff, jedoch, nach dem Mannigfaltigen ihrer Natur, in sehr ungleichen Verhältnissen, und der Wärmestoff strebt in allen Substanzen, mit denen er in Berührung kommt, sich gleichmäßig zu verbreiten. Mit anderen Worten: Körper von verschiedenen Wärme-Graden werden, wenn solche lange genug mit einander in Berührung gewesen sind, oder in anderer Weise auf einander eingewirkt haben, genau die nämliche Temperatur zeigen; wärmere Substanzen geben ihre Wärme an kältere ab. Erfassen wir einen heißen Körper, so verläßt ihn ein Theil seines Wärmestoffes, er geht in unsere Hand über, das Gefühl der Wärme wird rege. Berühren wir im Gegentheil kalte Körper, so gibt unsere Hand ihren Wärmestoff theilweise an dieselben ab; wir empfinden Kälte. — Verkühlt sich ein Körper in freier Luft, so verbreitet er seinen Wärmestoff nach allen Seiten. Man nennt dieß Ausstrahlen der Wärme, eine Eigenschaft, welche keineswegs bei allen Stoffen gleich ist; diejenigen, denen sie im höchsten Grade zusteht, erkalten am schnellsten.

Digitized by Google

Nicht immer, nicht unter allen Umständen, wird Wärme-Materie fühlbar. Darauf gründet sich die Unterscheidung in gebundene Wärme und in freie. — Kalte Eisenstangen enthalten gebundenen Wärmestoff in Menge. Auf dem Ambos werden sie unter dem Hammer nach wenigen Minuten heiß, und setzt man das Hämmern eine Zeitlang fort, so läßt sich das Eisen bis zur Rothglühe-Hitze bringen. Nicht selten verschaffen sich Schmiede auf solche Weise Feuer. Weit früher, als Eisen geschmolzen und gegossen wurde, ist die Kunst, es zu hämmern. — Mischt man — ein Versuch, der nähere Kenntniß und große Vorsicht verlangt — kaltes Vitriolöhl mit kaltem Scheidewasser, und gießt das Gemische in Terpentinöhl, so bricht das Ganze in Flammen aus. — Durch andere chemische Versuche, deren wir später zu erwähnen haben, läßt sich endlich der Beweis führen, daß auch in Luftarten Wärme in hinreichender Menge vorhanden ist, um Entzündung und Flamme hervorzubringen, wenn man dieselben mit einander mischt.

Gewisse Körper sind, im Vergleiche zu andern, empfänglicher für Wärme-Aufnahme, und um verschiedene Substanzen zum nämlichen Hitzegrade zu bringen, werden nicht selten sehr ungleiche Mengen Wärmestoffes erfordert. Ein Pfund Wasser bedarf mehr als zwanzig Mal so viel Wärme, wie eine Quecksilber-Menge von gleichem Gewichte, wenn beide zu derselben Temperatur erhoben werden sollen. In der Kunstsprache bezeichnet man die Empfänglichkeit der Körper für Wärme-Aufnahme mit dem Ausdrucke Wärme-Fähigkeit oder Wärme-Capacität.

Erhitzte Körper geben an andere, in geringeren Graden erwärmte, bald mehr bald minder schnell, einen Theil ihres Wärmestoffes ab; sie haben die Fähigkeit, Wärme zu leiten. In flüssigen Körpern ist solche Mittheilung oder Leitung der Wärme wenig bemerkbar; bei festen besteht sie darin, daß

Digitized by Google

die Wärme, welche einige Theile eines Körpers erlangen, immer auf die zunächst folgenden übergeht, bis das Verhältniß ein gewisses Gleichgewicht erlangt hat.

Tägliche Erfahrungen lehren durch zahlreiche Beispiele, daß die Leichtigkeit, womit Wärme in Körper eindringt, oder solche verläßt, am häufigsten von der Beschaffenheit dieser Körper abhängt. Einige gestatten dem Wärmestoff leichten Durchgang; bei andern geschieht dieß nur mit vieler Schwierigkeit. Feste Körper besitzen sehr ungleiches Leitungs-Vermögen für Wärme, und im Allgemeinen ist die Leitung durch Substanzen von großer Dichtheit, namentlich durch Metalle, schneller, als durch weniger dichte Stoffe; Metalle sind *gute Wärmeleiter*; Holz, Tuch, Papier u. drgl. sind *schlechte Wärmeleiter*; Glas und Porzellan leiten weniger gut, als irgend ein Metall.

Sollen erhitzte Metall-Geräthschaften von der Hand erfaßt werden, so müssen sie mit Holzstielen, mit hölzerner Handhabe versehen seyn, oder man umwickelt die metallenen Handgriffe mit Tuch oder Papier; denn aus dem Metall geht der Wärmestoff so schnell in die Hand über, daß jede Berührung schmerzhaft wäre, während Holz jenen Uebergang nur allmälig gestattet. — Bringt man gleichgroße Stücke von Korkholz und von Blei in siedendes Wasser, und läßt beide eine Zeitlang darin, so wird der Kork für die Hand eine kaum fühlbare Wärme erregen, das Metall aber unerträglich heiß seyn; beide Körper wurden in gleichem Grade erhitzt, aber sie zeigen sich verschieden, hinsichtlich ihrer Wärme-Leitung. — Ein anderes, ungemein interessantes, Beispiel gewährt uns die auf dem Aetna im Jahr 1828 unter gewaltiger Lava-Decke gefundene Eismasse. *Ein Gletscher unter Lava*; dieß ist eine Thatsache, welche Vielen als höchst befremdend erscheinen dürfte. Durch ungewöhnliche Sommer-Hitze waren sämmtliche Eis-Vorräthe in Catania geschmolzen. Von den

Digitized by Google

Behörden aufgefordert, suchte Gemmellaro nach Schnee-Haufwerken in Spalten und Grotten der alten Lavaströme. Bei dieser Gelegenheit erhielt der Sicilianische Geolog Bestätigung einer Ansicht, die er längst gehegt hatte, eine Masse ewigen Eises am Fuße des erhabensten Kegels wurde, durch vorgenommene Arbeiten, als Theil eines größern, von Lavenströmen überlagerten, Gletschers erkannt. Nun weiß man, daß Schäfer in höhern Aetna-Regionen, zur Erfrischung ihrer Heerden, in Sommer-Monaten, auf eigene Weise Schnee-Vorräthe sammeln. Sie bedecken nämlich den gefallenen Schnee im Frühling, einige Zoll hoch, mit Lagen vulkanischen Sandes. Diese Erfahrung läßt sich auf jenen Gletscher unter Lava anwenden. Wurden beim Anfang einer Eruption, ehe Lava hervorbrach, große Schnee-Haufwerke von niederfallendem vulkanischem Sande, oder von Lapilli — kleine zertrümmerte Schlacken-Theile — überdeckt, so mußte durch eine Schichte solchen Materials, das einen trefflichen Nichtleiter der Wärme abgibt, das Schmelzen des Schnees gehindert werden, wenn später die Lavenfluth darüber strömte. Und wenn die Lava einmal erkaltet und fest geworden, so konnte sich der Schnee hier, in Höhen von 10,000 Fuß über dem Meere, so lange erhalten, wie auf dem Mont-Blanc. — Durch das Ungleiche der Wärme-Leitung machen Steine sehr verschiedene Eindrücke auf das Gefühl beim Berühren. Geschiebe, Rollstücke von Topas, von Bergkrystall und von irgend einem Kalkstein, alle von derselben Größe, lassen sich durch bloßes Anfühlen wohl unterscheiden; Topase sind auffallend kälter. Ebenso zeigen die meisten „feineren" Edelsteine, bei gleicher Temperatur, größere Kälte-Grade, wie künstlich nachgeahmte, wie falsche Edelsteine; an letztern wird, da sie schlechte Wärmeleiter sind, der Hauch länger sichtbar bleiben, als an ächten Edelsteinen. — Auf Erfahrungen über Wärme-Leitung beruht Art und Weise, wie

Digitized by Google

man in heißen Himmelsſtrichen ſich Eis verſchafft und Waſſer abkühlt. In den Europäiſchen Niederlaſſungen in Bengalen, am Ufer des Ganges, iſt die Kälte ſo gering, daß, ſelbſt zur ſogenannten Winterzeit, welche ungefähr ſechs Wochen dauert, in keinem Hauſe, außer der Küche, eingefeuert wird. Von benachbarten Bergen ſchafft man Eis herbei, und die Einwohner wiſſen deſſen Menge auf eigene Weiſe zu vermehren. Sie machen im freien Felde Gruben, legen Stroh hinein und ſtellen runde Gefäße aus gebrannter Erde darauf, die oben offen ſind, und ohne Deckel. Die Gefäße füllt man mit Waſſer und wirft, nach Sonnen-Untergang, kleine Eisſtücke hinein. Am nächſten Morgen, vor dem Aufgang der Sonne, werden die Gefäße, worin alsdann das Waſſer gefroren iſt, wieder weggenommen. Hiebei muß noch bemerkt werden, daß die dortländiſchen Töpfer-Arbeiten äußerſt porös ſind, und das Waſſer nach und nach heraus rinnen laſſen; gerade dadurch wird die Kälte ſehr vermehrt. Auf der Küſte von Coromandel, wo die Hitze faſt unerträglich iſt, und kein Eis zu haben, bekommt man demungeachtet kühles Waſſer zu trinken. Die Eingebornen pflegen es nämlich in leicht gebrannten irdenen Gefäßen, welche außen mit naſſer Leinwand umwickelt ſind, der freien Luft auszuſetzen; da nun dieſe außerordentlich heiß iſt, ſo verdunſtet die, in der Leinwand enthaltene, Feuchtigkeit bald und dadurch wird das Gefäß nebſt dem Waſſer, welches es umſchließt, abgekühlt. Ebenſo erklärt ſich die Abkühlung des Trinkwaſſers in Spanien; man ſetzt es in ſogenannten Alcarazas, in porösen Thon-Gefäßen, dem Luftzuge aus.

Die ſchwerſten Körper ſind, wie Sie aus dem Vorhergehenden geſehen, jedoch nicht ohne Ausnahme, die beſten Wärmeleiter. Flüſſige Subſtanzen leiten die Wärme ſchlecht; allein mit zunehmender Dichtheit ändert ſich dieſe Eigenſchaft; Queckſilber, die

Digitized by Google

gewichtigste aller Flüssigkeiten, erkaltet die Hand beim Hineinbringen, es ist ein trefflicher Wärmeleiter.

Vorhin, als ich von der größern oder geringern Fähigkeit zur Wärmeaufnahme sprach, habe ich bereits bemerkt, daß das Wesen eines Stoffes als eine der vorzüglich bedingenden Ursachen gelten müsse; allein auch die Oberfläche von Körpern, welche Wärme empfangen, oder durchlassen sollen, bewährt ihren Einfluß. Zwei Stücke eines und des nämlichen Metalles, und von derselben Größe, beide mit polirter Oberfläche, die man bis zu demselben Grade erhitzt, und sodann in freier Luft abkühlt, werden gleich viel Zeit bedürfen, um zu erkalten. Ist jedoch die Außenfläche eines der beiden, zum angegebenen Versuche verwendeten Metallstücke unpolirt, so wird dieses früher erkalten. Flüssigkeiten, in geschwärzten Gefäßen, in nicht polirten Kesseln über Feuer gebracht, erhitzen sich schneller, als wenn die Außenfläche der Gefäße polirt und blank ist.

Es bedarf wohl nicht der weitern Entwickelung, wie höchst wohlthätig, ja wie nothwendig, diese Abstufungen, diese Gradationen im Wärme-Leitungs-Vermögen der Körper für das Bestehen und Gedeihen des Natur-Haushaltes sind. Nur ein Beispiel will ich erwähnen. Ich verweise Sie auf die wesentlichen und wichtigen Dienste, welche der Schnee durch das Eigenthümliche seiner Beschaffenheit leistet. Die Atmosphäre nimmt — bei niedrigem Stande der Sonne, bei der Höhe, zu welcher Eisberge unter den Polen emporsteigen, — zuweilen über große Theile der Planeten-Außenfläche eine so geringe Temperatur an, daß, ohne die weiseste Natur-Einrichtung, alles Pflanzenleben würde vernichtet werden. Das Streben des Wärmestoffes, sich ins Gleichgewicht zu setzen, ist Ihnen bekannt; bei verminderter Luft-Temperatur, muß auch die Erde verhältnißmäßig erkalten. Hat die Abkühlung der Atmosphäre gewisse Grade erreicht, so gefriert

Digitized by Google

das in derselben dampfförmig enthaltene Wasser und wird als Schnee niedergeschlagen; dadurch erhält die Erde eine Decke, welche das weitere Entweichen der, zum Pflanzen-Leben nothwendigen, Wärme-Materie hindert.

Hitze dehnt aus, Kälte zieht zusammen. Eine der allgemeinsten Wirkungen des Stoffes, von dem ich rede, ist, daß er das Volumen der Körper vermehrt, denen sich derselbe verbindet, und dabei werden solche Körper zugleich leichter, als sie vorher waren.

Um diese Erscheinungen durch einige Beispiele zu erläutern, will ich Folgendes bemerken. Erhitzt man eine Eisenkugel, so läßt sie sich nicht mehr durch den Eisenring zwängen, durch den sie im kalten Zustande fiel. Wird eine, zur Hälfte mit Wasser gefüllte, Flasche über Feuer gebracht, so steigt das Wasser darin bedeutend empor. Auf diese Weise erklärt sich auch der scheinbare Widerspruch, daß Flüssigkeiten, welche, wie wir gehört, schlechte Wärmeleiter sind, sich schnell erhitzen, wenn Feuer auf sie einwirkt. Beim zuletzt erwähnten Versuche wird das, dem Feuer am nächsten befindliche, Wasser zuerst erhitzt, folglich leichter; es dringt, einem Korke, oder andern wenig schweren Körpern gleich, durch die übrige Wassermasse empor; und ist dieser Theil entfernt, so wird ein anderer, nun dem Feuer zunächst befindlicher, erhitzt, bis endlich das ganze Wasser „kocht". Auf gleiche Weise würden Oefen unsere Zimmer kaum, oder nur nach sehr langer Zeit, in allen Theilen zu erwärmen vermögen, wenn nicht die, sie zunächst umgebende und leichter gewordene, Luft emporstiege, kältere an ihre Stelle träte, und sich so die Wärme nach und nach allgemein verbreitete. Es sind dieß die Gesetze, auf welchen die Luft-Heitzung beruht.

Wasser durch Verlust seines Wärmestoffes in Eis umgewandelt, wird in solchem veränderten Zustande leichter; daher schwimmt Eis, obwohl es ein fester Körper ist, auf der Oberfläche des Wassers.

Digitized by Google

Die Menge der, beim Frieren frei werdenden, Wärme beschränkt das weitere Fortschreiten solcher Erstarrungs-Prozesse sehr. Aus frierenden Substanzen strömt stets Wärme, und dieses wirkt günstig ein; die Strenge der Kälte wird gemildert, ihr Zunehmen gehindert. Daher kommt es auch, daß man sich nach starkem Schneefallen nicht selten wärmer fühlt. Hätte die Rückkehr der Wärme-Materie in gefrorenes Wasser nicht ebenfalls allmälig statt, so entständen die furchtbarsten Ueberschwemmungen in Gegenden, wo gewaltige Eismassen sich anhäuften. — Noch einer bekannten Erscheinung will ich gedenken, die für gänzlich Uneingeweihte befremdend, überraschend seyn kann. Ich rede vom Dampfen der Flüsse bei Eisgängen; Strömen, mit Treibeis beladen, entsteigt Dampf, weil Wärme frei wird, indem das tropfbar-flüssige Wasser zum festen Körper, zu Eis, erstarrt.

Der letzte Gegenstand, welchen ich zur Sprache bringen muß, ehe ich von der Wärme einem andern unwägbaren Stoffe mich zuwende, ist das Wärme-Messen. Man beobachtete Ausdehnungen und Zusammenziehungen, als unmittelbare Folgen von Wärme-Zunahme oder Abnahme; man fühlte das Interessante, Wichtige, und in häufigen Fällen unbedingt Nothwendige, genaue Kenntniß der Grade von Hitze oder Kälte sich zu verschaffen; dieß führte, im Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts, zur Erfindung einer Geräthschaft, die eben so einfach, als nützlich ist. Im Thermometer oder Wärme-Messer dehnt sich das in enger Glasröhre eingeschlossene, Quecksilber* aus, oder zieht sich zusammen, je nachdem es erwärmt wird, oder erkaltet. Bringt man die Geräthschaft in kochendes Wasser, so steigt das

* Statt des Quecksilbers dienen auch andere Substanzen, so namentlich Weingeist, um sehr hohe Kälte-Grade, bei welchen Quecksilber gefrieren würde, zu messen.

Digitized by Google

Queckſilber, dem gleichförmigen Naturgange gemäß, bis zu einem gewiſſen beſtändigen Punkte; ſetzt man das Thermometer dagegen in ein Gefäß, worin Schnee befindlich, ſo fällt das Queckſilber bis zu einem, gleichfalls beſtändigen, Punkte. Ausdehnungen und Zuſammenziehungen, wie dieſe, haben ſtatt, wenn das Inſtrument mit Körpern irgend einer Art in Berührung kommt. Bezeichnet man an der Glasröhre des Thermometers die Stellen des Siedens und des Eis-Schmelzens, ſo iſt ein Maßſtab für zwei denkwürdige Standpunkte unveränderlicher Temperaturen erlangt; die Unter-Abtheilung in Grade ergibt ſich mehr als Sache der Willkühr; je höher der Stand des Queckſilbers über dem Gefrier-Punkte, um deſto größer die Wärme, je tiefer darunter, um deſto ſtrenger die Kälte. Am Celſius'ſchen Thermometer iſt der Raum vom Gefrier- bis zum Siede-Punkte des Waſſers in 100 Grade getheilt, beim Reaumur'ſchen, in 80 Grade, und an Fahrenheits Thermometer in 180 Grade. Bei der letzteren Eintheilung iſt jedoch zu berückſichtigen, daß auf ihr der Punkt des ſchmelzenden Schnee's nicht mit 0, ſondern mit 32 bezeichnet iſt. Fahrenheit glaubte nämlich den höchſtmöglichen Kälte-Grad durch eine Miſchung von Salmiak und Schnee hervorbringen zu können; dieſen bezeichnete er durch 0, und theilte ſodann ſeine Scale von hieran bis zum Punkte des ſiedenden Waſſers in 212 Grade, wovon 32 bis zum Schmelzpunkte des Schnee's und die übrigen 180 bis zum Siedepunkte des Waſſers reichen.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Zuſammenſtellung der üblichen Thermometer-Scalen — dieß iſt der Kunſt-Ausdruck für die Abtheilung in Grade — nach den drei erwähnten Phyſikern, nach Celſius, Reaumur und Fahrenheit. Mit dem Zeichen — wird ſtets der Stand des Queckſilbers unter dem Nullpunkte angedeutet.

Digitized by Google

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
—50	—40	—58,0	—9	—7,2	15,8
—49	—39,2	—56,2	—8	—6,4	17,6
—48	—38,4	—54,4	—7	—5,6	19,4
—47	—37,6	—52,6	—6	—4,8	21,2
—46	—36,8	—50,8	—5	—4,0	23,0
—45	—36,0	—49,0	—4	—3,2	24,8
—44	—35,2	—47,2	—3	—2,4	26,6
—43	—34,4	—45,4	—2	—1,6	28,4
—42	—33,6	—43,6	—1	—0,8	30,2
—41	—32,8	—41,8	0	0,0	32,0
—40	—32,0	—40,0	1	0,8	33,8
—39	—31,2	—38,2	2	1,6	35,6
—38	—30,4	—36,4	3	2,4	37,4
—37	—29,6	—34,6	4	3,2	39,2
—36	—28,8	—32,8	5	4,0	41,0
—35	—28,0	—31,0	6	4,8	42,8
—34	—27,2	—29,2	7	5,6	44,6
—33	—26,4	—27,4	8	6,4	46,4
—32	—25,6	—25,6	9	7,2	48,2
—31	—24,8	—23,8	10	8,0	50,0
—30	—24,0	—22,0	11	8,8	51,8
—29	—23,2	—20,2	12	9,6	53,6
—28	—22,4	—18,4	13	10,4	55,4
—27	—21,6	—16,6	14	11,2	57,2
—26	—20,8	—14,8	15	12,0	59,0
—25	—20,0	—13,0	16	12,8	60,8
—24	—19,2	—11,2	17	13,6	62,6
—23	—18,4	— 9,4	18	14,4	64,4
—22	—17,6	— 7,6	19	15,2	66,2
—21	—16,8	— 5,8	20	16,0	68,0
—20	—16,0	— 4,0	21	16,8	69,8
—19	—15,2	— 2,2	22	17,6	71,6
—18	—14,4	— 0,4	23	18,4	73,4
—17	—13,6	1,4	24	19,2	75,2
—16	—12,8	3,2	25	20,0	77,0
—15	—12,0	5,0	26	20,8	78,8
—14	—11,2	6,8	27	21,6	80,6
—13	—10,4	8,6	28	22,4	82,4
—12	— 9,6	10,4	29	23,2	84,2
—11	— 8,8	12,2	30	24,0	86,0
—10	— 8,0	14,0	31	24,8	87,8

Digitized by Google

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
32	25,6	89,6	73	58,4	163,4
33	26,4	91,4	74	59,2	165,2
34	27,2	93,2	75	60,0	167,0
35	28,0	95,0	76	60,8	168,8
36	28,8	96,8	77	61,6	170,6
37	29,6	98,6	78	62,4	172,4
38	30,4	100,4	79	63,2	174,2
39	31,2	102,2	80	64,0	176,0
40	32,0	104,0	81	64,8	177,8
41	32,8	105,8	82	65,6	179,6
42	33,6	107,6	83	66,4	181,4
43	34,4	109,4	84	67,2	183,2
44	35,2	111,2	85	68,0	185,0
45	36,0	113,0	86	68,8	186,8
46	36,8	114,8	87	69,6	188,6
47	37,6	116,6	88	70,4	190,4
48	38,4	118,4	89	71,2	192,2
49	39,2	120,2	90	72,0	194,0
50	40,0	122,0	91	72,8	195,8
51	40,8	123,8	92	73,6	197,6
52	41,6	125,6	93	74,4	199,4
53	42,4	127,4	94	75,2	201,2
54	43,2	129,2	95	76,0	203,0
55	44,0	131,0	96	76,8	204,8
56	44,8	132,8	97	77,6	206,6
57	45,6	134,6	98	78,4	208,4
58	46,4	136,4	99	79,2	210,2
59	47,2	138,2	100	80,0	212,0
60	48,0	140,0	101	80,8	213,8
61	48,8	141,8	102	81,6	215,6
62	49,6	143,6	103	82,4	217,4
63	50,4	145,4	104	83,2	219,2
64	51,2	147,2	105	84,0	221,0
65	52,0	149,0	106	84,8	222,8
66	52,8	150,8	107	85,6	224,6
67	53,6	152,6	108	86,4	226,4
68	54,4	154,4	109	87,2	228,2
69	55,2	156,2	110	88,0	230,0
70	56,0	158,0	111	88,8	231,8
71	56,8	159,8	112	89,6	233,6
72	57,6	161,6	113	90,4	235,4

Digitized by Google

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
114	91,2	237,2	120	96,0	248,0
115	92,0	239,0	121	96,8	249,8
116	92,8	240,8	122	97,6	251,6
117	93,6	242,6	123	98,4	252,4
118	94,4	244,4	124	99,2	255,2
119	95,2	246,2	125	100,0	257,0

In geologischer Hinsicht ist dieser Wärme-Messer, das Thermometer, wie Sie hören werden, in nicht seltenen Fällen, von größter Wichtigkeit.

Bei vielen Untersuchungen von Mineralien ist es nothwendig, kleine Bruchstücke derselben schnell bis zu hoher Temperatur erhitzen zu können, um ihr Verhalten gegen Feuer zu beobachten. Man bringt sie zu dem Ende vor das Löthrohr, mit welchem man einen Luftstrom in die Flamme eines Lichtes hineinbläßt. Die Temperatur läßt sich bis zur stärksten Weißglühe-Hitze steigern, und die Erscheinungen, welche die Mineralien-Bruchstücke zeigen, dienen zum Unterscheiden derselben von einander, zum Erkennen ihrer chemischen Natur. Einige Bruchstücke ertragen das Glühen, ohne sich zu verändern; andere wechseln Farbe und Gestalt, sie schäumen auf, sie werfen Blasen, wandeln sich zu Email, auch zu Glas um, oder sie fließen zum metallischen Korne; noch andere verflüchtigen sich u. s. w. — Was mit der Löthrohr-Flamme im Kleinen bewirkt wird, dazu dienen den Chemikern im Großen ihre Flammen- und Gebläse-Ofen.

So weit unsere Betrachtungen über Wärme.

Während die Eigenschaften der Körper, von denen bis jetzt die Rede gewesen, denselben meist beharrlich anhängen, und scheinbar der Materie innig verbunden sind, habe ich nun Ihre Aufmerksamkeit andern Eigenschaften zuzuwenden, die man

Digitized by Google

Körpern gleichsam vorübergehend verleihen kann. Es sind Thatsachen, welche um desto mehr auffallen müssen, da wir durch sie Kräfte von hoher Macht kennen lernen.

Einfache, in ältester Zeit bekannte Versuche — auf welche der Zufall leitete, und die bald zu einer, durch unsere Sinne verbürgten, Erfahrung wurden — liegen der wichtigen Lehre von der Elektricität zum Grunde. Ein Stück Bernstein, das gerieben worden, zieht kleine leichte Körper an, die man in seine Nähe bringt. Dieß ist das erste elektrische Phänomen, welches man in der Geschichte der Wissenschaft verzeichnet findet. Jene Erscheinung leitete die Aufmerksamkeit der Physiker auf eine merkwürdige, durch die ganze Körperwelt verbreitete, Naturkraft, die sich jedoch nicht äußert, sondern gewissermaßen in neutralem Zustande verbleibt, so lange dieselbe nicht in Thätigkeit gesetzt wird. — Später nahm man wahr, daß, außer dem Bernstein gar manche Körper elektrisirbar sind. Mehrere Edelsteine, Glasstäbe, Siegellack-Stangen, im Allgemeinen glasige oder harzige Substanzen, werden, mit Wollentuch, mit einem Katzenfell, oder mit der trockenen Hand gerieben, mehr oder weniger leicht und stark elektrisch; sie ziehen Papier-Stückchen, Flaum-Federn, Gold-Blättchen, Strohhalme an, sie reißen dieselben gleichsam zu sich hin. Einige jener leichten Körper bleiben an Glasröhren und Siegellack-Stangen hängen, andere werden plötzlich wieder abgestoßen. Ist die Glasröhre von gehöriger Größe, reibt man dieselbe nicht zu kurze Zeit, und bringt solche alsdann dem Gesichte nahe, so erregt sie auf der Haut Empfindungen, als würde diese mit Spinnen-Geweben überzogen.

Obwohl nun in solcher Weise, ohne besondere Vorkehrungen, schon recht auffallende elektrische Phänomene erhalten werden konnten, so sah man sich dennoch, als die einzelnen Beobachtungen häufiger wurden, und man in der Kenntniß vorwärts ging, nach kräftigern

Digitized by Google

Hülfsmitteln um. Es ist hier weder der Ort, noch mein Beruf, in Schilderung der verschiedenartigen elektrischen Apparate einzugehen, vermittelst deren die überraschendsten Erscheinungen hervorgebracht werden; nur das will ich bemerken, daß Glasscheiben, oder Glas-Cylindern, die, nach Art eines Rades, oder einer Walze schnell herum getrieben werden, und deren äußere Flächen sich dabei an Wollenzeug, an Taffent oder an Leder reiben, unter Knistern Feuer-Funken entströmen, wenn man denselben die Fingerspitzen nahe bringt. Diese Funken, welche man zuerst, bei minder vollkommenen Apparaten, in kaum sichtbarer Größe hervorgelockt, sind es vor Allem, wodurch die Elektricität als eine der wundervollsten Kräfte berühmt geworden. Auf leicht entzündbare Substanzen, wie Schießpulver und Weingeist, wirken sie gleich Feuer ein; starke Funken schmelzen Metall.

So ergab sich der Beweis, daß in gewissen Körpern, durch bloße Reibung eine Eigenschaft entwickelt werden kann, welche sie zuvor nicht besaßen; denn Bernstein-Stücke, Siegellack-Stangen, Glasröhren, ziehen Papier-Theilchen, oder Flaum-Federn und Gold-Blättchen keineswegs an, wenn sie nicht zuvor gerieben worden.

Indessen hatten fruchtlose Versuche mit andern Körpern angestellt, dargethan, daß alle keineswegs auf gleiche Weise für Elektricität empfänglich seyen. Eisen- oder Kupferstangen z. B. konnten durch Reibung nicht in den Zustand versetzt werden, daß sie Phänomene, wie die geschilderten, zeigten. Mit Wollenzeug, mit Katzenfellen gerieben, gaben dieselben weder elektrische Funken, noch erweckten sie irgend eine Empfindung in menschlichen Organen, und eben so wenig wurden Papier-Theilchen dadurch angezogen. Man bezeichnete Körper der Art als *unelektrische*; aber dieser Ausdruck ist nicht der richtige, denn vermittelst der Berührung anderer, bereits elektrisirter, Substanzen, sind jene Körper gleichfalls fähig, Elektricität anzunehmen und durch ihre

Digitized by Google

Masse hindurch fortzupflanzen; sie werden zu Leitern der Elektricität. So erhalten, um das Gesagte mit einem Beispiele zu belegen, Metalle, Wasser und andere Substanzen, durch Mittheilung Elektricität.

Von den Leitern unterscheidet man die Nichtleiter, d. h. Körper, welche durch Reibung zwar elektrisch werden, aber der aufgenommenen Elektricität den Durchgang nicht gestatten, das heißt, sie weder über ihre Oberfläche hinaus, noch durch ihr Inneres hindurch fortpflanzen.

Unter gewissen Umständen können Nichtleiter zu Leitern werden. So ist die Luft, welche wir einathmen, im trockenen Zustande ein Nichtleiter; feuchte Luft aber wird bei abnehmender Dichtheit, zum Leiter.

Die sogenannten unelektrischen Körper lassen sich durch Reibung elektrisiren, sobald man verhindert, daß die Elektricität ihnen wieder entzogen werde. Zu dem Ende umgibt man dieselben mit lauter Nichtleitern, mit Materien, welche dem Ausströmen der Elektricität widerstreben; die Körper werden isolirt, ist der Kunstausdruck. Die Isolirung läßt sich durch Aufhängen an Seidenfaden bewerkstelligen, oder durch Untersätze von Glas, Pech, Schwefel, Siegellack u. s. w. Metallstangen, auf eine oder die andere Weise isolirt, erlangen, reibt man dieselben in solchem Zustande, alle elektrischen Eigenthümlichkeiten; aber es verbleiben ihnen letztere nur so lange sie sich außer jeder Berührung mit Leitern der Elektricität befinden; augenblicklich büßen sie ihr elektrisches Wesen wieder ein, so wie man die Stangen mit der Hand erfaßt, oder ein anderes Metallstück damit in Berührung bringt. — Diese Erfahrungen beweisen, daß die nämlichen Metallstangen, welche, beim früher erwähnten Versuche, durch Reiben nicht elektrisch wurden, dennoch keineswegs für

Digitized by Google

Elektricität unempfänglich sind, nur mußten sie, um die erlangte Eigenschaft bewahren zu können, isolirt seyn.

Aus dem Mitgetheilten sehen Sie, daß der Begriff von unelektrischen Substanzen kein richtiger ist; die natürlichen Körper müssen in Leiter und Nichtleiter unterschieden werden. Luft und Queckſilber können als interessante und belehrende Beispiele dienen.

Die atmosphärische Luft ist ein Nichtleiter; verstattete sie der Elektricität ungehinderten Durchgang, so würde kein, mit Luft umgebener, Körper elektrische Wirkungen von einiger Dauer zeigen können. Wir wissen aber, daß geriebenen Glasstäben, oder Harzstangen, die erlangte elektrische Eigenthümlichkeit beträchtliche Zeit hindurch verbleibt, obwohl sie ganz mit Luft umgeben sind. Queckſilber ist ein Leiter. Glasröhren, Harzstangen, welche durch Reiben elektrisirt werden, büßen ihre Kraft ein, so wie man dieselben in Queckſilber eintaucht.

Anziehen und Abstoßen sind merkwürdige elektrische Eigenschaften, und lassen mit gutem Grunde auf zwei verschiedenartige Kräfte schließen. Man betrachtet diese als einander entgegengesetzte Elektricitäten, wovon eine, die positive, die andere, die negative genannt wird, jene heißt auch Glas-, diese Harz-Elektricität. — Aus den bis jetzt über die Phänomene des Anziehens und Abstoßens beobachteten Thatsachen, ergibt sich das allgemeine und sehr einfache Gesetz: daß Körper, die mit Elektricität von derselben Natur ausgestattet sind, einander gegenseitig zurückstoßen, während solche, in denen verschiedenartige Elektricität rege geworden, einander anziehen.

Der Raum, innerhalb dessen die Elektricität ihre Kraft-Aeusserungen wahrnehmen läßt, heißt elektrischer Wirkungskreis oder elektrische Atmosphäre.

Digitized by Google

Reibung ist übrigens keineswegs das ausschließliche Mittel, wodurch Elektricität angeregt werden kann. Gewisse Substanzen sind elektrisirbar, wenn man sie mäßig erhitzt, andere durch Druck, endlich entsteht Elektricität beim Festwerden mancher flüssiger Körper, so wie bei Verdampfungs- und Verbrennungs-Processen. Die durch solche Mittel erregte Elektricität zeigt sich übrigens auf schwächere Grade beschränkt, im Vergleich der durch Reibung erweckten. — Nur einige Beispiele, in soweit die Sache von besonderem Interesse für unsere Absichten ist. Krystalle von Turmalin, von Topas, und von einigen andern Mineralien, zeigen, im erwärmten Zustande, nicht nur elektrische Wirkungen, sondern selbst entgegengesetzte Elektricitäten, indem eines ihrer Enden anzieht, das andere zurückstößt. Kalkspath, besonders der sogenannte Isländische Doppelspath, wird, ohne Reiben, durch bloßen Druck, durch Pressung mit der trocknen Hand, positiv-elektrisch, er zieht leichte Körper an und behält diese Eigenschaft während langer Zeit. Und ein Mineral kennt man, das meist im elektrischen Zustande sich befindet, so daß es bei ihm weder Reibens oder Drückens, noch der Erhitzung bedarf; es ist dieß der Galmei, ein ziemlich allgemein verbreitetes Zinkerz.

Neue elektrische Erscheinungen entdeckte Galvani sehr zufällig. Im Hörsaale des Bologneser Professors befand sich ein Apparat, dem man Funken entlockte, während zu gleicher Zeit Frösche präparirt wurden. Jeder Funken rief Zuckungen in den Frosch-Schenkeln hervor. Diese Beobachtungen, und andere daran geknüpfte Wahrnehmungen, führten zur Kenntniß des unerwarteten Phänomens: daß Zuckungen statt haben, wenn Muskeln oder Nerven eines Thieres von Metallen berührt werden. Galvanismus nannte man den Metallreiz, zum ehrenden Andenken des Erfinders, und war geneigt, ihn einer eigenthümlichen

thierischen Elektricität zuzuschreiben. Volta, der berühmte Physiker in Pavia, bewies indessen, mit siegenden Gründen, daß das ganze Phänomen elektrische Wirkung sey. Er zeigte, wie Thierkörper nur als Elektricitäts-Messer dienen, wie sie nur die Gegenwart der elektrischen Kraft anzeigen, die Quelle der übrigen Erscheinungen aber — an welchen Reiben, oder Druck keinen Antheil haben — in der Berührung, im gegenseitigen Verhalten verschiedener Metalle, zu suchen wäre, indem dabei das Gleichgewicht in ihnen gebundener elektrischer Materie gestört werde. Volta's Versuche ergaben: daß so oft man zwei verschiedenartige Metalle mit einander in Berührung bringt, eines derselben positiv, das andere negativ elektrisch werde. Die stärkste galvanische Elektricität erregen Säulen aus Platten von Zink und Silber, oder von Zink und Kupfer aufgebaut, indem jedes Platten-Paar durch feuchte Tuch- oder Pappe-Scheiben getrennt wird. Solche Säulen zeigen, je nach der Plattenzahl, und nach ihrer Größe, mehr und minder starke Wirkungen, eine Menge höchst überraschender und wichtiger Phänomene, deren Betrachtung uns später beschäftigen soll, da sie, in verschiedener Beziehung, für die Geologie bedeutend werden.

Ich gehe zu einem anderen, nicht weniger merkwürdigen, unwägbaren Stoffe über.

Die Entdeckung der leitenden Kraft des Magnetes ist eine der glücklichsten. Seit alter Zeit wußte man, daß dem Magneteisen die Eigenthümlichkeit zusteht, kleine Eisentheile, selbst aus einiger Ferne, anzuziehen; gerade so, wie die, durch Reiben elektrisirte, Siegellack-Stange leichte Körper zu sich hinreißt. Man wußte, das jenes Erz kleinere und größere Eisenstücke beim Berühren mit gewisser Gewalt festzuhalten vermöge. — Diese inneren Kräfte, diese gleichsam magischen Wirkungen,

sind es, welche dem Magnet schon sehr frühe hohes Ansehen verschafften; er erhielt den Rang vor allen Steinen.

Das einfachste Mittel, die Macht des Magnetismus kennen zu lernen, und die Art seiner Vertheilung im Magneteisen zu untersuchen, ist, daß man ein Stück solchen Erzes, ohne weitere Vorbereitung, so wie es aus der Grube gebracht wird, in Eisenfeile legt. Beim Herausnehmen wird sich die Oberfläche des Magneteisens mit mehr oder weniger Feilspähnen belegt zeigen; aber nicht gleichförmig, nicht überall im nämlichen Maße. Besonders auffallend ist die Bedeckung, der Ueberzug, an zwei entgegengesetzten Stellen. Hier sieht man, wenn aufmerksam beobachtet wird, die Theilchen der Eisenfeile gleich Borsten emporgerichtet. Sie legten sich nicht einzeln an, sondern sind in Reihen geordnet, alle untereinander parallel; es bilden dieselben einen „Bart" wie man zu sagen pflegt. — Jene entgegenliegenden Stellen oder Punkte, wo die meisten Eisentheilchen versammelt sind, erkennen wir als die Pole des Magnetes. — Ferner findet man, daß wenn ein Stück Magneteisen in freischwebende Lage gebracht, wenn es aufgehangen wird, so daß die Stellen, welche wir als magnetische Pole bezeichneten, einander horizontal gegenüber befindlich sind, dasselbe eine bestimmte Richtung annimmt; eine der Seiten wendet sich ungefähr nach Norden, während die andere gegen Süden gekehrt ist; daraus folgt, daß der Magnet einen Nordpol und einen Südpol habe, und die gerade Linie, von einem Pole zum anderen, wird magnetische Achse genannt.

Die Stärke magnetischer Kraft ist äußerst verschieden. Kleine Magnete tragen nicht selten Gewichte, welche im Vergleich zu ihrer eigenen Schwere, sehr groß sind. Je wirksamer ein Magnet, in desto größerer Entfernung zeigt sich derselbe thätig, um desto mehr Kraft gehört dazu, ihn wieder vom Eisen zu trennen.

Digitized by Google

Magnetiſche Wirkungen auf Eiſen werden durch dazwiſchen befindliche Körper im Allgemeinen nicht gehindert; ſie haben durch die mannigfaltigſten Subſtanzen hindurch ſtatt, es mögen dieſe Leiter oder Nichtleiter der Elektricität ſeyn; ſie gehen durch die Luft, ſie werden von Waſſer, Glas, Papier, ſelbſt von Flammen keineswegs aufgehalten. Aus Berichten neuerer Seefahrer wiſſen wir, daß ein kleines felſiges Eiland im nördlichen Amerika, welches faſt ganz aus Magneteiſen beſteht, ſchon in 300 Ellen Entfernung das Eigenthümliche ſeiner Zuſammenſetzung durch auffallende Erſcheinungen verräth. — Die Iſolirung, wie wir ſolche bei der Elektricität kennen gelernt, thut dem Magnetismus keinen Eintrag. Nur wenn Eiſenplatten zwiſchen Magnet und Feilſpähne gebracht werden, zeigen ſich die Wirkungen unſerer Kraft verändert, etwas geſchwächt.

Die Kunſt weiß Magnete zu fertigen; es laſſen ſich magnetiſche Kräfte in Eiſen und in Stahl erwecken, man kann ſie auf dieſe Subſtanzen übertragen. Schon die Erſcheinungen, welche ſich darbieten, wenn wir ein Stück Magneteiſen in Feilſpähne legen, ſprechen dafür, daß Eiſen, mit dem Magnete in Berührung gebracht, ſelbſt magnetiſch wird; denn es haften in den kleinen Büſcheln und Strahlen, zu welchen wir die Eiſenfeile gruppirt ſehen, die Theilchen keineswegs bloß unmittelbar am Magneteiſen-Stücke, ſie hängen auch unter ſich mit ihren Enden aneinander. — Aus jeder dünnen Stahlnadel kann man einen Magnet machen; Stahl-Stückchen, welche eine Zeit lang am Magnete hingen, zeigen ſich magnetiſch und ziehen anderes Eiſen an. Nähnadeln, die, von einem ſtarken Magnete gezogen, daran hafteten, werden zu kleinen Magneten, ſie ziehen Feilſpähne an, und an Seiden-Faden aufgehangen, ſo daß dieſelben ſich vollkommen frei bewegen können, weiſen ſie mit einer ihrer Spitzen nach Norden.

Digitized by Google

Diese Erfahrungen über Verfertigung künstlicher Magnete — so nennt man sie im Gegensatze der natürlichen — sind von hoher Wichtigkeit um des großen Nutzens willen, den die Magnetnadel leistet; auf ihr beruht die Erfindung des Kompasses. Durch die leitende Kraft des Magneten wurde Seefahrern das Mittel verschafft, die Richtung ihres Weges über unermeßliche Meere hinaus zu finden; jene Kraft leitet sie in den dunkelsten Nächten, und während undurchdringliche Nebel, oder Unwetter, ihnen den Anblick der Himmels-Gestirne gänzlich entziehen. Ein Stück Stahl, vom Magnete berührt, zeigt dem Schiffer seinen unfehlbaren Weg von der alten zur neuen Welt; es sichert dem Menschen die Herrschaft in den endlosen Räumen des Oceans; mit ihm darf er sich kühn in unbekannte Meere wagen. Ebenso wissen Bergleute und Geologen den Kompaß als verlässigen Führer zu würdigen, wie ich Ihnen dieß bereits angedeutet und demnächst ausführlicher zu entwickeln habe.

Von beiden magnetischen Kräften oder Materien, welche wir kennen gelernt, stößt jede sich selbst ab und zieht die andere an; Nord- und Südpol ziehen einander an, wie die mit entgegengesetzten Elektricitäten begabten Körper; und wie Substanzen, die mit gleichartiger Elektricität versehen worden, einander abstoßen, so verhalten sich auch am Magneten Südpol gegen Südpol und Nordpol gegen Nordpol, sie stoßen sich zurück. — Die einander anziehenden Pole hat man freundschaftliche, die sich abstoßenden feindliche benannt; so heißen auch Nord- und Südpol ungleichnamige, Nordpol und Nordpol aber, so wie Südpol und Südpol gleichnamige Pole.

Wir werden nicht nur einzelne Berge und ganze Gebirgszüge, als mit magnetischer Gewalt begabt kennen lernen, die Erde selbst ist ein Magnet; sie wirkt auf Eisen und magnetisirte Körper. In der nördlichen Halbkugel wird der nach Norden zeigende Pol der

Digitized by Google

Magnetnadel angezogen, in der südlichen Erdhälfte aber der nach Süden weisende Pol. — Als vorläufige Bemerkung will ich hier beifügen, daß, neueren physikalischen Untersuchungen zu Folge, die magnetische Kraft unserer Erde an deren Oberfläche ihren Sitz zu haben scheint; wir hätten es demnach nicht sowohl, wie früher angenommen wurde, mit einem magnetischen Kerne, als vielmehr mit einer magnetischen Hülle zu thun.

In ihrer natürlichen Stellung ist die Magnetnadel nicht überall genau nach Norden gekehrt; den Winkel, um welchen sich dieselbe an verschiedenen Orten von Norden entfernt, nennt man ihre Abweichung. Bringt man die schwebende Magnetnadel nach und nach an verschiedene, im Vergleich zu den Größe-Verhältnissen unseres Weltkörpers nicht weit von einander entlegene, Stellen, so zeigen sich die Richtungen, welche die Nadel nimmt, auffallend unter einander parallel. In bedeutenderen Entfernungen aber ist schon Abweichung beobachtbar. Diese Erscheinungen bleiben überall dieselben; sie sind die nämlichen bei den kleinsten Nadeln, wie beim größten magnetischen Apparate; sie zeigen sich unverändert auf Gebirgs-Höhen, wie in den tiefsten Gruben des Bergmanns. Auf seiner ersten Entdeckungs-Reise nahm Columbus das Phänomen wahr. Er beobachtete zur Abendzeit, als sein Schiff sich ungefähr 200 Seemeilen von der Insel Ferro befand, daß die Nadel, statt nach dem Nordpol hinzuweisen, ungefähr 5 bis 6 Grade nordwestlich zeigte. Am folgenden Morgen wich sie noch mehr ab, und dieß nahm zu, je weiter man kam, so daß der Steuermann besorgte, der Kompaß stehe auf dem Punkte, seine „verborgene Kraft“ zu verlieren.

Lange Zeit hindurch war man der Meinung, Eisen sey das einzige Metall, auf welches der Magnet anziehend wirke; spätere Erfahrungen haben dargethan, daß zwei andere Metalle, Nickel und Kobalt, solchem Einflusse auf ganz ähnliche Weise unter-

Digitized by Google

worfen sind. Aus beiden Metallen lassen sich, nachdem sie durch Mittel, welche die Chemie gewährt, vollkommen rein dargestellt worden, Nadeln fertigen und magnetisiren, gleich den Stahlnadeln, nur sind sie etwas weniger wirksam, als diese.

So manche Thatsachen, die ich über Magnetismus mittheilte, erinnern an, Ihnen bereits bekannte, elektrische Erscheinungen, und durch die elektro-magnetischen Phänomene findet man Veranlassung, die Theorieen beider Kräfte, jene des Magnetismus mit der der Elektricität, in Verbindung zu setzen. Die Ausführung gehört nicht hierher; nur so viel will ich bemerken, daß, alten Erfahrungen gemäß, Blitze und elektrische Schläge Stahlnadeln magnetisch machen, daß sie die Pole einer Magnetnadel umkehren, den Südpol zum Nordpol, den Nordpol zum Südpol umwandeln können. Durch Oerstedt's, des berühmten Dänischen Physikers schöne Entdeckung wurde dargethan, daß jeder die Elektricität leitende Körper, während ihn jene Kraft durchströmt, selbst zum Magnete wird.

Um nicht unvollständig zu bleiben, habe ich einige Andeutungen über Thermo-Magnetismus, oder Thermo-Elektricität, und Magneto-Elektrismus beizufügen.

Die neuesten Untersuchungen der Physiker zeigten, daß gewisse Metalle, zumal Wißmuth, bei theilweiser Erwärmung auf die Magnetnadel wirken. Noch auffallender ist die Erscheinung, wenn zwei Metalle mit einander verbunden, und an der Verbindungsstelle erwärmt oder erkaltet werden. Wismuth und Antimon (Spiesglanz) bewährten sich am kräftigsten. Man bezeichnet das Phänomen als Thermo-Magnetismus, oder als Thermo-Elektricität, insofern gleichzeitig eine elektrische Strömung zwischen beiden Metallen statt findet und den Magnetismus hervorruft. Ueberhaupt stehen beide Kräfte, Elektricität und Magnetismus, mit einander im innigsten Zusammenhange,

Digitized by Google

da sie sich gegenseitig erregen. Ein Magnet, über eine Kupferscheibe gebracht, ruft Magnetismus in der letzten hervor, welcher auf ihn wieder zurückwirkt und, bei Bewegung der Kupferscheibe, ihn selbst in Bewegung setzt. Kupferdraht, durch eine Umgebung von Seide elektrisch isolirt, und spiralförmig, einer Schraube gleich, gewunden, wird elektrisch, wenn man das eine Ende eines Magnetes schnell hineinschiebt, oder wieder herauszieht. Der Englische Physiker Faraday, der Entdecker dieser Phänomene, nannte jene bloß momentane Erregung Elektricität durch Induction. Die sowohl hierdurch, als auch durch die Volta'sche Kette hervorgerufene Elektricität durchlauft Metalldrähte, am besten kupferne, mit einer Geschwindigkeit, welche größer ist, als die schnellste bisher bekannte des Lichtes, und bewegt die Spitze einer, über oder unter einem solchen leitenden Drahte (*Rheophore*) aufgehangenen, Declinations-Nadel durch ihre Wirkung auf den Magnetismus derselben, je nach der Richtung des elektrischen Stromes nach Osten oder nach Westen. Für größere Längen der Leitungs-Drähte wird zwar eine größere Dicke derselben und ein stärkerer Magnet, oder eine kräftigere Säule erfordert; da aber diese Stücke für 50 oder 100 und selbst noch mehr geographische Meilen nicht übermäßig wachsen, so hat man beide elektrische Erregungen für die elektro-magnetische Telegraphie in Vorschlag gebracht.

Ueber das Wesen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus sind unsere Ansichten aus Wissen und Geheimniß seltsam gemischt. Die Erscheinungen haben nichts Fremdartiges mehr; allein mit den Grund-Ursachen sind wir keineswegs vertraut geworden. Wir begnügen uns, den elektrischen, galvanischen und magnetischen Kräften Eigenschaften zuzuschreiben, welche sich aus den Phänomenen ergeben, die durch sie bedingt werden.

Digitized by Google

Beim urſprünglichen Entſtehen unſerer Erde, und eines Theiles der, ihre feſte Rinde zuſammenſetzenden, Felsmaſſen hat, unter den Stoffen, wovon ich bis jetzt geredet, die Wärme den entſchiedenſten Antheil genommen: aber alle dürften dabei mehr oder weniger gewirkt haben, auch ſind ſie ohne Unterlaß thätig bei den dauernden Aenderungen der Planeten-Rinde, indem ſie bald durch ſtilles, gleichſam magiſches Wirken kund werden, bald in ihrer furchtbaren Stärke ſich zeigen. Der belebende Einfluß von Licht und Wärme auf die Thierwelt, wie auf das Gedeihen der Pflanzen, iſt bekannt. Bei zahlloſen natürlichen und künſtlichen Proceſſen wirken beide Materien nicht minder bedeutend. Von der Macht des Lichtes bei gewiſſen geologiſchen Phänomenen werden Sie ſpäter die Ueberzeugung erlangen. Wärme iſt bedingende Urſache des Tropfbar-flüſſigen oder Dampf-förmigen aller Subſtanzen, die fähig ſind, in ſolchen Zuſtand verſetzt zu werden. Wärme begünſtigt die Auflöſung der Körper, und während dieſelbe fördernd einwirkt bei Verbindungen, welche die mannigfaltigen Stoffe mit einander eingehen, die wir ſogleich kennen zu lernen haben, hilft Wärme in andern Fällen Trennungen verbundener Stoffe hervorrufen, indem ſie eines der thätigſten Zerſetzungs-Mittel iſt. Ueberhaupt gibt es keine mächtigere Kraft, als Feuer, keine, die von mehr wundervoller Wirkung wäre. Bei Erdbeben und Vulkanen, bei Allem, was die Natur gewaltſam aufregen mag, erſcheint uns Feuer als Urſache. Ebenſo ſind an Elektricität, Galvanismus und Magnetismus die intereſſanteſten Phänomene geknüpft. Bei ſo vielen erhabenen Erſcheinungen weiſen uns wohlbeglaubigte Thatſachen, Gründe, die ſpäterhin einleuchten werden, auf eine oder die andere dieſer Kräfte ſehr entſchieden hin, als auf das bedingende Princip; bei andern Phänomenen, die man nicht entziffern, nicht berechnen kann, wohin Experimente der Phyſiker

Digitized by Google

und Chemiker nicht reichen, ahnen wir elektrische, galvanische oder magnetische Kräfte als mitwirkend. Absichtlich verspare ich die weitere Ausführung. Nur der so wichtigen und folgereichen Erfahrung sey hier gedacht, daß vermittelst der Entladung elektrischer Batterieen und galvanischer Apparate stärkere Hitze-Grade hervorgerufen werden können, als auf irgend einem andern Wege, ohne daß man genau weiß, wie hierbei Wärme entsteht. Wasser läßt sich sogleich in die beiden Luftarten zerlegen, aus denen es zusammengesetzt ist; Gold- und Silber-Blättchen, Eisen und selbst Platin-Drähte verbrennen mit hellstem Glanze; Kohlenstücke entzünden sich, und das Licht, welches sie ausströmen, ist so blendend, daß das Auge den Anblick nicht zu ertragen vermag. — Wichtige Aufschlüsse haben wir ohne Zweifel von künftigen elektro-magnetischen Forschungen zu erwarten.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Dritte Vorlesung.

Chemische Thatsachen. — Geologisch wichtige Urstoffe. — Sauerstoff. Wasserstoff. Stickstoff. Kohlenstoff. Schwefel. Chlor. Fluor. Phosphor.

Es ist im Vorhergehenden gesagt worden: Chemie sey die Lehre von der Trennung der Körper in ihre Elemente, und ohne Zweifel erlangt man die klarste Uebersicht der Bestandtheile unserer Erde, des mannigfaltigen Materials, das zum Bau ihrer Rinde gedient, indem man, bei solchen Untersuchungen, von den Elementen, von den einfachsten Stoffen, zu den zusammengesetzten übergeht, zu jenen, welche durch Verbindungen der Elemente gebildet werden.

Seit Aristoteles nahmen die Alten vier Elemente an: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Alle Naturkörper galten als zusammengesetzt aus jenen vier Urstoffen. Durch die mächtigen Fortschritte der chemischen Kunst haben sich diese Ansichten sehr umgestaltet; man kennt gegenwärtig über fünfzig Elemente, von denen die meisten Metalle sind. Aber so weit unsere Erfahrungen reichen, nehmen nur sechszehn Elemente mehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung unserer festen Erdrinde, so wie an der Bildung der, diese Rinde umgebenden und bedeckenden, oder in ihr im Kreislaufe

Digitized by Google

sich bewegenden, tropfbaren und luftförmigen Flüssigkeiten.

Elemente, einfache Substanzen — man nennt sie auch Ur- oder Grund-Stoffe — sind solche, welche der Chemiker, da sie nur aus einer Art von Materie bestehen, nicht weiter zu zerlegen im Stande ist; Zusammensetzungen, Verbindungen dagegen sind Substanzen, die zwei oder mehrere Elemente enthalten.

Eisen, als Metall, ist eine einfache Substanz, ein Element; es zeigt sich von durchaus gleichartiger Natur; keine Materie anderer Art kann daraus gezogen werden. Setzt man jedoch mit Wasser befeuchtetes Eisen dem Einflusse der Luft aus, so bedeckt es sich nach einiger Zeit mit braungelber, erdiger, zerreiblicher Rinde, es belegt sich mit „Eisenrost", und dieser ist eine Zusammensetzung aus mehreren Elementen; denn um zu Rost zu werden, nahm das Eisen, außer dem Wasser, auch einen gewissen Bestandtheil der Luft in sich auf.

Allerdings ist seit nicht langen Jahren in der chemischen Lehre unglaublich viel geschehen; aber dennoch dürften gar manche Körper, die gegenwärtig unter der Reihe der Elemente ihre Stelle haben, im Verfolg der Zeit als zusammengesetzte dargethan werden, wenn es der Chemie gelingt, Mittel zu entdecken, sie in ihre Bestandtheile zu scheiden. — So weit übrigens die chemische Wissenschaft auch vorgeschritten: Elemente kann der Chemiker durch Kunst nicht darstellen. Die sechszehn Elemente, von denen ich sagte, daß sie in geologischer Hinsicht, besonders bedeutend erscheinen, sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Chlor, Fluor, Phosphor, Silicium, Aluminium, Kalium, Natrium, Magnium, Calcium, Eisen und Mangan. Diese Elemente, mehr aber die verschiedenartigen

Digitized by Google

chemischen Verbindungen, welche sie unter einander eingehen, sind es, welche den größten Theil des Materials bilden, woraus die feste Rinde unserer Erde besteht, so wie die luftförmige und tropfbar-flüssige Hülle, womit dieselbe umgeben und bedeckt ist.

Ich habe den Ausdruck chemische Verbindungen noch zu erläutern. Die, aus zwei oder mehreren Urstoffen zusammengesetzten, Körper bezeichnet man mit jener Benennung, für welche auch das Wort Mischung bräuchlich ist. Sehr verschieden von chemischen Verbindungen, sind die Mengungen, die mechanischen Zusammenhäufungen. Wenn Mischungen eintreten, so erleiden die verbundenen Theile eine mehr oder weniger auffallende Aenderung ihrer Eigenschaften: bei Gemengen ist die ursprüngliche Eigenthümlichkeit der einzelnen zusammengehäuften Theile stets noch zu erkennen. Wird ein Stück Eisen mit einem Stücke Schwefel in Berührung gebracht, so hat dieß keine Folgen für die Natur beider Substanzen. Eben so wenig hat eine Aenderung statt, wenn das Eisen gefeilt, der Schwefel gepulvert, und sodann beide gemengt werden. Erhitzt man aber dieses Gemenge, so schmelzen beide Substanzen und bilden alsdann einen andern, von den Gemengtheilen wesentlich verschiedenen, Körper; sie sind zu einer chemischen Verbindung geworden, zu Schwefel-Eisen.

Wir werden diese Verhältnisse, die Umstände, unter welchen chemische Verbindungen eintreten, begünstigende und störende Einflüsse, welche dabei statt haben, im Verfolg genauer kennen lernen. Hier nur die Bemerkung, daß die Mengen, in denen sich Elemente zu Mineralkörpern verbunden finden, keineswegs zufällig sind, sondern daß solchen Vereinigungen bestimmte, und meist sehr einfache Gesetze zum Grunde liegen.

Digitized by Google

Wir hätten uns nun mit Eigenschaften und Verhältnissen jener Grundstoffe vertraut zu machen, welche von besonderer Bedeutung in der Erd-Geschichte sind. Vorher aber erachte ich für nothwendig von einigen, bis jetzt nicht erwähnten, natürlichen Kräften zu reden, die in geologischer Hinsicht sehr wichtige Rollen spielen. Ich meine Cohäsion, Adhäsion und Affinität, die Kräfte des Zusammenhanges, der Anziehung und der chemischen Verwandtschaft.

Einige Beispiele, einige Versuche, die Jeder leicht vornehmen kann, werden zur Erläuterung am geeignetsten seyn. Sie dienen, manches Schwierige und Verwickelte aufzuhellen; in ihnen lernen wir vorläufig einzelne Glieder einer Kette von Ursachen und Wirkungen kennen.

Bergkrystalle, Kalkstein-Stücke widerstehen in gewissem Grade der auf sie einwirkenden Gewalt. Steigert man letztere, so brechen jene Mineral-Substanzen und lassen sich endlich zu Staub umwandeln. Nun sind Bergkrystalle und Kalkstein-Stücke in die einzelnen Theilchen geschieden, welche durch ihren Zusammenhang der Verkleinerung Widerstand leisteten. Es mußten jene Theilchen durch irgend eine Kraft zusammengehalten worden seyn; nur so erklärt sich die Festigkeit der, zum Versuche angewendeten, Mineralkörper. Man bezeichnet die, den Zusammenhalt bedingende, Ursache als Cohäsion, als Kraft des Zusammenhanges; von der Cohäsion hängt die Festigkeit der Körper ab.

Die Cohäsion läßt sich in vielen Fällen aufheben und wieder herstellen. Geschmolzener Schwefel, geschmolzenes Blei dienen als Beispiele; beim Erstarren der Substanzen wird die Cohäsion wieder hergestellt. Das in Wasser aufgelöste Kochsalz wandelt sich, wenn das Wasser verdunstet, von Neuem zum festen Körper um.

Digitized by Google

Nun von Erscheinungen anderer Art.

Starke Eisendrähte, in Wasser oder in Quecksilber getaucht, werden ganz verschiedenes Verhalten zeigen. Vom Wasser bleibt etwas am Drahte hängen, vom Quecksilber nicht. Zwischen den Wasser-Theilen hatte allerdings ein gewisser Zusammenhalt statt; allein die Adhäsion, die Anziehungskraft, welche das Eisen ausübte, war stärker, sie führte einige Wasser-Theile dem Drahte zu. Beim Quecksilber hingegen überwand der Zusammenhalt seiner Theile unter sich die Anziehungs-Kraft des Drahtes. — Gießt man Quecksilber in eine Glasflasche, so erscheint dessen Oberfläche convex, gewölbt; denn das Metall wird nur sehr schwach vom Glase angezogen. Bringt man das Quecksilber aber in ein Metall-Gefäß, z. B. in einen zinnernen Napf, so erscheint seine Oberfläche concav, flach vertieft, weil es strebt, sich mit den Wandungen des Gefäßes zu verbinden.

Es geht aus den angeführten Thatsachen hervor, daß Cohäsion auf gleichartige Stofftheile wirkt, Adhäsion aber auf Theile verschiedener Substanzen.

Diesen Beispielen muß ich noch folgendes hinzufügen.

Eine Gold-Münze, in Quecksilber getaucht, wird beim Herausnehmen damit überzogen befunden werden; und der Ueberzug ist nicht wegzuwischen, wie dieß der Fall war bei den Wasser-Tropfen, die am Eisendrahte hafteten. Das Gold wird weiß und weich werden, in so fern es lange genug im Quecksilber verblieb.

Sie könnten die Frage stellen: war das Quecksilber, welches an der Münze haftet, in Folge bloßer Adhäsion zwischen beiden Metallen dem Golde verbunden worden? Einer solchen Annahme widerstreitet der Umstand, daß sich das Quecksilber weder wegwischen, noch durch irgend ein mechanisches Mittel von der Münze entfernen läßt. Gebraucht man eine Feile, so werden die Spähne

Digitized by Google

aus Gold und Quecksilber zusammengesetzt befunden werden. — Eine Anziehung dieser Art bezeichnet man als eine chemische; sie ist die Kraft der Verwandtschaft zwischen zwei Körpern, ihre Affinität.

In der chemischen Anziehung lernen wir eine Gewalt kennen, die, was ihr Wirken betrifft, von allen bekannten übrigen Kräften wesentlich abweicht. Sie ist es, welche Trennungen und Verbindungen der Körper bewirkt, womit sich die Chemie beschäftigt. Viele geologische Phänomene würden, ohne Kenntniß der Affinität, unverständlich bleiben.

Folgender Versuch wird uns einiges Licht geben.

Bringt man, mit gehöriger Vorsicht, auf die Oberfläche geschmolzenen Bleies kleine platte Zinnstücke, so schwimmen dieselben, wie Kork auf Wasser; denn Zinn ist leichter als Blei. Bald wird das Zinn schmelzen, beim Erkalten jedoch keine besondere Lage über dem Blei bilden, beide Metalle zeigen sich vielmehr gemischt, d. h. innig mit einander verbunden; auch das kleinste Bruchstück der Masse — man nehme solches von der Oberfläche, oder vom Boden — besteht aus Zinn und Blei. Wie ist es nun zu erklären, daß das größere Gewicht des Bleies überwältigt wurde, so daß dieses Metall, durch das flüssige Zinn hindurch, empordrang und selbst an der Oberfläche sich damit mischte? Wie kam es, daß das leichtere Zinn, durch das schwere Blei hindurch, bis zum Boden sank? — Hier wirkte die nämliche Gewalt, welche in dem früher erwähnten Versuche, bei Vereinigung des Goldes mit dem Quecksilber, thätig war.

Eine weitere Erfahrung, welche aus dem letzten, zur Sprache gebrachten, Beispiele hervorgeht, ist, daß die chemische Anziehung keineswegs immer zwischen verschiedenen Körpern be-

Digitized by Google

ſteht, daß ſie wenigſtens nicht immer thätig ſich zeigt; Blei und Zinn, im kalten Zuſtande, wirken nicht auf einander.

Zu mehrerer Verdeutlichung erinnere ich an eine ganz bekannte Thatſache. Sie alle wiſſen, daß Kochſalz ſchwerer iſt, als Waſſer; es ſinkt in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß gebracht, augenblicklich zu Boden. Nach einiger Zeit verſchwindet jedoch das Salz, und der Geſchmack des Waſſers ergibt, daß daſſelbe gleichmäßig darin vertheilt worden, daß es ſich bis zur Oberfläche des Waſſers erhoben habe; es mußte folglich nach oben und in jeder Richtung allmälig angezogen worden ſeyn. Das Nämliche hat beim Zucker ſtatt, und bei anderen Körpern, zwiſchen denen und dem Waſſer chemiſche Affinität obwaltet.

Aehnliche Erſcheinungen treten zwiſchen zwei Flüſſigkeiten ein, die gegenſeitige Affinität haben. Weingeiſt iſt leichter als Waſſer; gießt man denſelben über Waſſer, ſo ſchwimmt er darauf. Allein nach einiger Zeit vertheilt ſich der Weingeiſt im Waſſer, zu Folge der wirkenden Affinität. Gießt man hingegen Oel auf Waſſer, ſo bleibt daſſelbe davon geſchieden, ſeiner größern Leichtigkeit wegen, im Vergleich zur Schwere des Waſſers, und weil es nicht durch eine ſtarke Verwandtſchaft von dieſer Flüſſigkeit angezogen wird.

Die Anziehung, von welcher die Rede, wirkt in einiger Entfernung keineswegs immer auf merkbare Weiſe; allein ihre Folgen ſind auffallend, und die Aenderungen, welche ſie hervorbringt, von ſolcher Art, daß dieſelben nicht von Ihnen überſehen werden dürfen. — Ich füge noch ein Beiſpiel, der beſſern Erläuterung wegen, hinzu. Kleine polirte Maſſen von Zinn und von Kupfer hängen einander mit gewiſſen Stärkegraden an. Beide Metalle bleiben jedoch, auch als Feilſpähne gemengt, was ihre Natur betrifft, in jeder Hinſicht unverändert. Läßt man aber die chemiſche Anziehung von Zinn und Kupfer thätig werden,

Digitized by Google

wie z. B. beim Schmelzen, ſo treten andere Erſcheinungen ein: beide Metalle durchdringen ſich gegenſeitig, miſchen ſich dergeſtalt mit einander, daß kein Theil der daraus gebildeten Maſſe, die frühern Eigenſchaften des einen, oder des andern beſitzt. Kupfer hat ein rothe Farbe, Zinn eine weiße; das Gemiſche beider Metalle iſt graugelb. Kupfer iſt weich, Zinn übertrifft daſſelbe noch in dieſer Beziehung; das Gemiſche zeigt ſich ausnehmend hart. Kupfer gehört keineswegs zu den ſchweren Metallen, Zinn iſt noch leichter; das Gemiſche beträgt mehr, als die Gewichte beider. Eine Glocke aus Zinn gegoſſen, hat faſt keinen Klang, eine kupferne tönt dumpf; Glocken aus dem Gemiſche iſt ein angenehmer Laut eigen; darum ſchmilzt man Kupfer und Zinn zuſammen, um das Glockengut, die Glockenſpeiſe zu bereiten. — Sie ſehen, daß bei ſolchen Proceſſen die kleinſten Theilchen der Maſſe — im gewählten Beiſpiele Kupfer und Zinn — ſich mit einander auf das Innigſte verbinden. Kein mechaniſches Mittel reicht hin, um Theilchen, wie jene der erwähnten beiden Metalle, in ſo nahe und enge Berührung zu bringen, daß ſie ihre Eigenſchaften gänzlich umwandelten; nur durch Schmelzung kann dieß leicht bewirkt werden.

Solche Aenderungen der Eigenſchaften, wie ſie in Folge der Affinität, der chemiſchen Verwandtſchaft, eintreten, ſind keineswegs auf Metalle beſchränkt; ſie haben in jedem Falle ſtatt, wo verſchiedene Körper in den Zuſtand chemiſcher Verbindungen gebracht werden. Kaum dürfte, unter jenen Aenderungen, eine überraſchender und merkwürdiger ſeyn, als die, wovon Kochſalz ein Beiſpiel gewährt. Das den Menſchen ſo zuträgliche Kochſalz, die Würze vieler Speiſen, beſteht, wie wir ſpäter hören werden, aus zweien Subſtanzen; jede derſelben wirkt nachtheilig auf die Geſundheit ein; jede einzeln, in gewiſſer Menge genoſſen, kann lebensgefährlich werden; aber in

Digitized by Google

chemische Verbindung gebracht, büßen sie ihre schädlichen Eigenschaften gänzlich ein.

Die Kraft der Affinität, der Verwandtschaft ist sehr ausgedehnt im Reiche der Natur. Bekannte Thatsachen verbürgen, daß es keinen Körper gibt, welchem nicht gewisse Verwandtschafts-Grade zu irgend einer andern Substanz zuständen. Allein manche Ursachen setzen sich der, zwischen verschiedenen Körpern einzugehenden, Verbindung entgegen, und oft in dem Grade, daß der erfolgreiche Einfluß der Affinität gehemmt wird; es treten Umstände ein, welche hindern, daß bestehende Verwandtschaften sich kräftig genug zeigen, um neue Verbindungen hervorzubringen.

Legt man ein Stück Kalkstein in kochendes Wasser, so löst es sich nicht auf, weil die Affinität zwischen Kalk-Theilchen und Wasser nur unbedeutend ist, der gegenseitige Zusammenhalt zwischen den Kalk-Theilchen hingegen sehr stark. Wird jedoch Weinessig dazu gegossen, so äußert dieser größere Affinität zum Kalk; es fängt derselbe an sich aufzulösen, obwohl nur langsam. Der Proceß kann beschleunigt werden, wenn man den Kalk pulvert, indem dadurch der Zusammenhalt seiner Theile geschwächt wird. Und nimmt man, statt des Essigs, Scheidewasser oder Vitriolöhl, so wird die Auflösung in weit kürzerer Zeit vor sich gehen, denn beide Säuren haben noch größere Affinität zum Kalk. — Der flüssige, die Auflösung bewirkende Stoff — im angeführten Versuche Essig, Scheidewasser oder Vitriolöhl — heißt Auflösungs-Mittel.

Wir haben aus diesem Beispiele gesehen, daß die Cohäsion, die Kraft des Zusammenhanges, bis zu gewissem Grade der Affinität, der Verwandtschafts-Kraft, zu widerstehen weiß; nachdem der Zusammenhalt der Kalktheile durch Pulvern geschwächt worden, vermochte der Weinessig schneller darauf einzuwirken. — Wärme vermehrt bald die Affinität, bald schwächt sie dieselbe. Als

Digitized by Google

Belege gedenke ich folgender Thatsachen. Kaltes Wasser über Alaun gegossen, löst nur eine gewisse Menge davon; weit größer ist die Salz-Quantität, welche heißes Wasser in sich aufnimmt. Wirft man gebrannten Kalk in siedendes Wasser, so wird er zum Theil aufgelöst, und das Wasser erlangt einigen Geschmack; je mehr das Wasser sich abkühlt, um desto mehr Kalk löst es auf und der Geschmack desselben wird stärker.

Ueberhaupt sind, je nach dem Eigenthümlichen der Körper-Natur, die Erscheinungen sehr mannigfaltig, wenn Substanzen chemisch auf einander einwirken. Werden Verbindungen solchen Processen unterworfen, so zeigt sich oft die Anziehungs-Kraft des einen, oder des andern der zusammengebrachten Stoffe mächtiger; die frühere Verbindung wird getrennt, und es entsteht eine neue. Auf diese Thatsachen ist der Begriff von gegenseitiger Verwandtschaft gewisser Körper, von ihrer Wahl-Verwandtschaft gegründet; denn gleichsam aus Wahl geben sie die alte Verbindung auf und gehen eine neue ein.

Ich benutze ein sehr interessantes Beispiel, um Ihnen das so wichtige Verhältniß der Wahl-Verwandtschaft vollkommen verständlich zu machen. — Die „vermeinte“ Umwandelung des Eisens in Kupfer, und die Entdeckung der „Kupfer-Quellen“ in der Irländischen Grafschaft Wicklow sind die Phänomene, wovon ich reden will; sie setzten zu einer gewissen Zeit, gar Viele in Staunen, und die alten Chemiker in nicht geringe Verlegenheit.

In den Wicklow'schen Kupfer-Bergwerken ließen Arbeiter, in verlassenen Gruben, ihre Eisen-Schaufeln an Stellen zurück, wo ein, viele aufgelöste Kupfer-Theile enthaltendes, Wasser hervorquoll. Als die Bergleute nach einiger Zeit, ihre Schaufeln wieder aufsuchten, fanden sich dieselben in dem Grade mit Ku-

Digitized by Google

pfer überrindet, daß man wohl glauben konnte, es sey das Eisen zu Kupfer umgewandelt worden. — Die Erfahrung blieb keineswegs unbenutzt. Sie regte den Gedanken an: Eisenstangen in Kupfer-haltige Wasser zu legen; das Kupfer setzte sich an das Eisen, letzteres wurde durch den Proceß zernagt und sank als rother Schlamm zu Boden. Nun brachte man ungefähr fünfhundert Tonnen Eisen auf einmal in jene Gruben in Wicklow. Nach Verlauf eines Jahres hatte sich das Eisen aufgelöst; jede Tonne Eisen lieferte eine, mitunter auch anderthalb und selbst zwei Tonnen metallischen Niederschlags, und aus jeder Tonne des letztern wurden sechszehn Centner reinen Kupfers gewonnen. — Die Erscheinung erklärt sich sehr einfach als Folge chemischer Wahl-Verwandtschaft. Kupfer ist in Vitriol- oder Schwefelsäure auflösbar; bringt man aber Eisen in eine solche Auflösung, so verläßt die Säure das Kupfer vermöge ihrer größern Verwandtschaft zum Eisen, sie verbindet sich mit diesem, und das Kupfer wird in metallischem Zustande abgesetzt. Außer der Grafschaft Wicklow, enthalten auch die Gruben-Wasser vieler andern Gegenden, in Vitriolsäure aufgelöstes Kupfer; es sind dieß die sogenannten Cäment-Wasser, und das, durch hineingebrachtes Eisen geschiedene, Kupfer führt den Namen Cäment-Kupfer. Zu Neusohl in Ungarn zeigte man, im Jahre 1673, einen sonderbaren Becher aus dem angeblich umgewandelten Eisen. Er war vergoldet, mit Silber-Zierrathen reich belegt, und trug die Inschrift:

Eisen war ich, Kupfer bin ich,
Silber halt ich, Gold bedeckt mich.

Eine Wahl-Verwandtschaft, wie die, welche Sie so eben kennen gelernt, wo ein zusammengesetzter Körper (das in Vitriolsäure aufgelöste Kupfer) durch einen einfachen (Eisen) zerlegt, wo einer der Bestandtheile des erstern von

Digitized by Google

letzterm aufgenommen und der andere frei gegeben wird, ist eine einfache. Mischt man jedoch zusammengesetzte Körper mit zusammengesetzten, und hat ein gegenseitiger Austausch ihrer Bestandtheile statt, so tritt eine doppelte Wahl-Verwandtschaft ein. Der Verfolg unserer Unterhaltung wird mir Gelegenheit geben, Sie auf nicht wenige, von geologischen Erscheinungen entnommene, Beispiele einfacher und doppelter Wahl-Verwandtschaften aufmerksam zu machen.

Ich endige hiemit die Andeutungen über Cohäsion, Adhäsion, Affinität und Wahl-Verwandtschaft. Allerdings wäre noch Stoff zu mannigfaltigen Betrachtungen vorhanden, hätte ich die Absicht, den Gegenstand erschöpfend zu behandeln. Einige Ausführlichkeit mußte ich mir bei diesem wichtigen Theile der chemischen Lehre erlauben, wodurch so vieles Licht verbreitet wird; die Verbindungen, welche Elemente mit einander eingehen, setzen Kenntniß jener Beziehungen und Verhältnisse voraus, und die Phänomene, durch solche Verbindungen bedingt, gewinnen größeres Interesse, die Erscheinungen werden verständlicher, hat man sich einige Einsicht erworben. Auch bei den Zersetzungen, welchen gewisse Theile unserer Erdrinde stets unterworfen sind, bei den Aenderungen, welche ihr Zustand erleidet, bei den neuen Gebilden, die aus solchen Umwandelungen hervorgehen, spielen Cohäsion, Adhäsion, Affinität, einfache und doppelte Wahl-Verwandtschaft, sehr bedeutende Rollen; durch letztere namentlich werden Verbindungen aufgehoben, welche zwischen den Theilen der Mineralkörper bestanden, es büßen dieselben gewisse Stoffe ein, die ihnen eigen gewesen, während sie dagegen in andern Fällen neue Stoffe in sich aufnehmen.

Ich hätte Sie nun mit den einzelnen Elementen und ihren wesentlichen Eigenschaften bekannt zu machen; allein vorher muß ich eines besondern, bis jetzt nicht berührten, Zustandes gedenken,

Digitized by Google

in welchem manche Urstoffe gefunden werden. Es ist dieß die Gasform, eine Folge des Verbundenseyns gewisser Elemente mit Wärme. Einige Urstoffe, auf welche ich Sie besonders aufmerksam zu machen habe, finden sich, in ihrer Reinheit, sogar ausschließlich in jenem Zustande.

Was ist Gas? Was versteht man unter Gasform? Wodurch unterscheidet sich der gasförmige Zustand vom dampfartigen?

Allerdings ist es schwer, von Wesen, die man nicht sieht, die man nicht äußerlich wahrnehmen kann, einen Begriff sich zu gestalten; besonders möchte das bei denjenigen unter Ihnen der Fall seyn, für welche der Gegenstand ganz neu ist.

Der Ausdruck Gas wurde indessen allgemein bekannter durch die Gas-Beleuchtung, welche, wie Sie Alle wissen, ein wahres Lichtmeer verbreitet, und die Nacht zum hellen Tage umschafft; eine Beleuchtungs-Art, wozu ein gewisses Gas so häufig verwendet wird. Uebrigens darf man das Gas selbst mit dem glänzenden Lichte, welches von ihm ausstrahlt, eben so wenig verwechseln, als das Oehl einer Lampe mit dem Lichte, das sie gibt.

Unter Gasen versteht man Substanzen, die durch Wärme in dauerndem, in beharrlichem, luftförmigem Zustande erhalten werden. Gase unterscheiden sich von dampfförmigen Materien dadurch, daß diese, so wie ihnen die Wärme entzogen wird, wieder in flüssigen oder festen Zustand übergehen können. Wasser, Quecksilber, Schwefel lassen sich durch Hitze in Dampf umwandeln; allein beim Abkühlen nehmen Wasser und Quecksilber ihre flüssige Form wieder an, und der erkaltende Schwefel wird fest, wie er früher gewesen. Bei Gasen hingegen ist die Verwandtschaft der, mit Wärmestoff verbundenen, Elemente so groß, daß sie jeder Temperatur-Verminderung Widerstand leistet; ein Gas kann nicht durch Kälte, und eben so

Digitized by Google

wenig durch Druck, verdichtet werden. — Schießpulver ist, wie Sie wissen, ein Gemenge aus Kohle, Salpeter und Schwefel. Seine bekannte Wirkung beruht darauf, daß, durch einen Zersetzungs-Proceß jenes festen Gemenges, Gasarten erzeugt werden, die einen mehr als tausendfach größern Raum einnehmen. Mit andern Worten, beim Abbrennen des Schießpulvers wird diese Substanz in eine Menge Gas von ungeheurer Elasticität verwandelt, welche, vorher in engen Raum eingeschlossen, nun mit gewaltiger Kraft ausbricht und die Luft heftig erschüttert. Da hier Feuer wirksam ist, so könnte es scheinen, daß dieses die bedingende Ursache des Phänomens sey; allein ein einfacher Versuch beweist das Gegentheil. Zerschlägt man eine mit Luft gefüllte Blase, so erfolgt gleichfalls eine starke Explosion; die eingeschlossene Luft bricht mit großer Heftigkeit aus.

Alle einfachen Gasarten, d. h. solche, in denen nur ein Element mit Wärmestoff verbunden ist, sind durchsichtig und meist ungefärbt, so daß sie, dem äußern Ansehen nach, von der atmosphärischen Luft nicht unterschieden werden können. Ich erwähne dieser Eigenschaften, um Wiederholungen zu vermeiden. Die besondern Merkmale für uns wichtiger Gas-Gemische sollen Sie später kennen lernen. Nur eines Umstandes möge hier noch gedacht werden. Indem ich mich auf Dasjenige beziehe, was im Vorhergehenden (S. 61) über den Begriff von specifischem Gewichte gesagt worden, bemerke ich, daß man für Gasarten die atmosphärische Luft als die Substanz gewählt hat, womit die übrigen verglichen werden. Die atmosphärische Luft dient als Einheit, als Maaß, bei Gewichts-Bestimmungen der Gase, und mit der Zahl, welche bei gasförmigen Körpern angeführt wird, gibt man folglich an, um wie viel dieselben schwerer sind, als die atmosphärische Luft, wenn sie den nämlichen Raum einnehmen.

Im großen Natur-Haushalte sind die Gase in vielseitiger

Hinsicht sehr bedeutend. Ich begnüge mich für jetzt damit, Sie auf einige Thatsachen hinzuweisen.

Ohne Unterlaß ziehen Gasarten in den innern Erdräumen hin und her; zum Theil dringen dieselben aus den Tiefen des Planeten empor. Bei der Bildung unterirdischer Luftarten, der Grubenwetter* steht ihnen der entschiedenste Antheil zu. Entwickelungen von Gasen haben an sehr vielen Stellen der Erdoberfläche statt; in häufigen Fällen ist keine Zerstörung irgend einer Art Folge des Phänomens, in andern aber erkennen wir jene Ausströmungen als Ursachen furchtbarer Ereignisse. Bei Erschütterungen des Bodens bekommt die Erde Risse, denen Gase mit Heftigkeit entströmen. Aus den Kratern thätiger Vulkane, aus den Spalten ihrer Lavenmassen, steigen Gase empor und geben ihr Daseyn, so wie das Verschiedenartige ihres Wesens, durch mehr und weniger auffallende Erscheinungen kund. Den von Natur dampfenden Oeffnungen in der Erde, den Fummarolen (von *Fummea*, Rauch, Dampf), und den Mofeten (von *Mofeta*, eine Stelle, wo tödliche, obgleich unsichtbare, Ausdünstungen statt haben) liegen Gas-Entwickelungen zum Grunde. Gase sind die bedingenden Ursachen sogenannter Erdfeuer und Flammen-Ausbrüche; sie wirken mittelbar bei Bränden in Kohlen-Gebirgen; sie sind in Mineral-Quellen enthalten und verleihen vielen ihre Kraft; durch Gase haben endlich, in Folge chemischer Wahl-Verwandtschaften, ohne Unterlaß Zersetzungen von Mineralkörpern und Bildungen neuer Substanzen statt; Processe, welche von der Eigenschaft der Gase, die äußerst feinen Oeffnungen poröser Massen zu durchdringen, nothwendig sehr begünstigt werden müssen. — Unter den mannigfaltigen Verbindungen, welche Gase mit einander eingehen,

* S. oben S. 39.

will ich hier nur zweier gedenken: unsere atmosphärische Luft und das Wasser sind Gas-Gemische.

Aus dem Allem ergibt sich, daß Sie nothwendig mit den Gasen vertraut werden müssen; und wenn ich, schon im nächsten Verfolg unserer Unterhaltung, beim Vorkommen gewisser Gasarten in der Natur verweile, so hoffe ich, in ihren Augen gerechtfertigt zu seyn.

Wenden wir uns nun zu den Elementen, ihren Eigenschaften und Verhältnissen.

Wie Sie sich entsinnen, so nannte ich sechszehn Grundstoffe als in geologischer Hinsicht besonders wichtig. Dem Sauerstoff gebührt mit allem Rechte die erste Stelle; denn in der chemischen Zusammensetzung unseres Erdkörpers tritt kein anderes Element in größerer Häufigkeit auf. Der Sauerstoff ist nicht nur im Dunstkreise verbreitet und im Wasser enthalten, er wird auch den verschiedenen Felsmassen in unermeßlicher Menge beigemischt gefunden; denn alle Elemente sind fähig, mit Sauerstoff Verbindungen einzugehen. — Nur eine Thatsache, um Ihnen die geologische Wichtigkeit unseres Stoffes zu beweisen. Wir können annehmen, daß von hundert Theilen unserer festen Erdrinde nicht viel weniger als die Hälfte aus Kieselerde bestehen; Kieselerde aber ist kein Element, wie man früher geglaubt, sondern eine chemische Verbindung, in welcher Sauerstoff über die Hälfte ausmacht.

Man kennt das Element, von welchem die Rede, im Reinheits-Zustande, nur gasförmig, mit Wärme verbunden, als Sauerstoff-Gas. Pflanzen entwickeln dieses Gas während ihres Wachsthums; Chemiker stellen dasselbe, zum Behuf von Versuchen, vorzüglich aus Mangan- (Braunstein-) Erzen dar, denn diese enthalten den Sauerstoff in großer Menge.

Sauerstoff-Gas, eine der mächtigsten und wirksamsten Materien, ist für Thier- und Pflanzenwelt unentbehrlich; daher der

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ausdruck Lebensluft, womit man dasselbe ehedem bezeichnete. Der Name Sauerstoff (*Oxygène*) beruht auf Gründen, die später einleuchten werden, wenn wir von den Säuren reden.

Eine besondere Eigenthümlichkeit ist dem Gas dadurch verliehen, daß es die Kraft besitzt, den Verbrennungs-Proceß zu unterhalten. Entzündliche Materien verbrennen in von Sauerstoff erfüllten Räumen mit erstaunenswürdiger Energie. Glimmende Holzspähne gerathen in Glasflaschen, welche unser Gas enthalten, in heftigen Brand; angezündeter Schwamm bricht, unter solchen Umständen, in Flammen aus; selbst Eisen schmilzt, mit so lebhaftem Glanze, daß ihn das Auge kaum ertragen kann. Die letztere Thatsache wird von Chemikern durch einen sehr einfachen Versuch bewiesen. Sie bringen eine Stahlfeder, mit angezündetem Schwamm versehen, in eine von Sauerstoff-Gas erfüllte Glas-Glocke. Die Stahlfeder fängt Feuer, sprüht nach allen Seiten glühende Funken, und schmilzt endlich zu kleinen Kugeln.

Neben dem Sauerstoff ist Wasserstoff (*Hydrogène*) eines der wichtigsten Elemente. Auch dieser Stoff wird nicht abgeschieden, nicht rein getroffen, sondern stets an andere Körper gebunden, als Bestandtheil derselben, oder — durch Vermittelung der Wärme — in Gasform. Nur so, nur als Luft, wissen Chemiker den Wasserstoff darzustellen. Dieß geschieht stets durch Zersetzung des Wassers, wovon unser Element einen Bestandtheil ausmacht; denn mit Sauerstoff verbunden bildet dasselbe Wasser und trägt davon auch seinen Namen.

Es sind dem Wasserstoff-Gas sehr bezeichnende Merkmale verliehen. Außer den, sämmtlichen Gasen zustehenden, Eigenthümlichkeiten, ist unser Gas — welches weder Geruch noch Geschmack hat, und sich im Wasser nicht auflöst — dadurch kenntlich, daß es die entzündlichste aller Substanzen ist.

Digitized by Google

Mengt man Wasserstoff-Gas mit atmosphärischer Luft und entzündet dasselbe, so verbrennt es unter mehr oder minder starkem Knallen. Pilatre de Rozier — ein Französischer Physiker, dessen Namen in der Geschichte der Luft-Schifffahrt nicht unbekannt blieb — kam, beim Einathmen von Luft, die einen verhältnißmäßig geringen Antheil Wasserstoff-Gas enthielt, durch Zufall in Berührung mit Feuer; das Gas explodirte im Munde Rozier's und er wurde auf das Heftigste erschüttert. — Die Wasserstoff-Flamme leuchtet in der Regel nur wenig; aber sie ist sehr heiß; denn wenn Sauerstoff-Gas durch eine Wasserstoff-Flamme geblasen wird, so gerathen, in der Spitze der Flamme, die schwer schmelzbarsten Substanzen in Fluß. — In Beziehung auf sein entzündliches Wesen führte das Wasserstoff-Gas früher den Namen brennbare Luft.

Den Verbrennungs-Proceß selbst fördert unser Gas übrigens keineswegs; es ist im Gegentheil demselben hinderlich; entzündete Körper, in eine mit Wasserstoff-Gas gefüllte Glasflasche gebracht, verlöschen. — Endlich haben wir noch eine denkwürdige Eigenschaft nicht unbeachtet zu lassen: Wasserstoff-Gas ist sehr leicht, es wiegt vierzehn Mal weniger, als die atmosphärische Luft; daher dient dasselbe zur Füllung von Luft-Bällen, deren Emporsteigen es veranlaßt.

Was Sie zunächst interessiren dürfte, ist das verschiedenartige Vorkommen unseres Elementes in der Natur. Wasserstoff-Gas dringt — selten rein, öfter im Gemische mit andern Gasarten — an nicht wenigen Stellen der Erd-Oberfläche aus natürlichen Oeffnungen, oder aus solchen, welche man durch Kunst geschaffen. Es entströmt Rissen und Spalten gewisser Felsmassen, namentlich jenen, die dem Steinkohlen- und Steinsalz-Gebirge angehören, und in Gruben nimmt dasselbe, in Folge seiner großen Leichtigkeit, nur die obern Räume ein. — Es ist hier der Ort

Digitized by Google

noch nicht, von allen diesen Phänomenen ausführlich zu reden; nur einiger will ich gedenken.

Ueber die brennenden Brunnen in China fehlt es an genügenden Nachrichten; allein das bekannt Gewordene ist zu merkwürdig, als daß jene räthselhaften Erscheinungen mit Stillschweigen übergangen werden könnten. An manchen Berg-Gipfeln sieht man zur Nachtzeit Flammen hervordringen; auf andern Höhen wird ein, dem Morgenroth ähnliches, Licht, wahrgenommen, dessen Wiederschein über die Umgegend, und selbst im Luftkreise sich verbreitet. — So viel scheint außer Zweifel, daß Indische Priester aus ähnlichen Phänomenen Gewinn zu ziehen wußten, indem sie das abergläubige Volk täuschten. — Aus Kratern von Vulkanen entwickelt sich Wasserstoff-Gas mit aufsteigenden wässerigen Dämpfen untermischt, oder andern Substanzen in gasiger Form verbunden.

Was die, durch Kunst geschaffenen, Oeffnungen betrifft, denen Wasserstoff-Gas entströmt, so gehören dahin namentlich die *artesischen Brunnen*, die erbohrten Spring-Quellen, von denen im Verfolg umständlicher gehandelt werden soll. — Die oben erwähnten *Feuerbrunnen* beweisen, daß man in China schon in alter Zeit Salzquellen durch Erdbohrer zu finden wußte. In mehreren Gegenden jenes Reiches gibt es solche Salzbrunnen in Menge, und aus einigen, die besonders tief hinabreichen, steigt entzündliches Gas, Wasserstoff-Gas empor. Die Ausströmungen haben zum Theil mit ungeheurer Gewalt statt, und wenn das Gas an der Luft entzündet wird, so verursacht es die furchtbarsten Explosionen. Die Gestalt *eines* dieser Chinesischen Feuerbrunnen — er soll vom zweiten bis ins dreizehnte Jahrhundert gebrannt haben, ist nun aber erloschen — weiset mehr auf eine natürliche Spalte hin, als auf eine erbohrte Oeffnung. Es brachen aus diesem „Brunnen“ ohne Unterlaß, mit donnerähnlichem Getöse, Flam-

Digitized by Google

men hervor, die hoch aufwärts stiegen in die Luft, und zur Nachtzeit weit umher Alles auf's Lebhafteste erleuchteten.

Besonders merkwürdig ist die Gegenwart des Wasserstoff-Gases in den Tiefen der Steinsalz-Gruben. Zu Wieliczka im Oesterreichischen Polen kennt man die Erscheinung schon seit langen Jahren. Die mit dem Gas beladenen Dämpfe entzünden sich, so wie ein brennendes Licht in ihre Nähe gebracht wird. Nicht selten verursachten sie bedeutende Unglücksfälle, es wurden Arbeiter erstickt, andern Theile des Körpers versengt. Eine Art Steinsalz, das sogenannte Knistersalz, stößt, wenn es in Wasser gelegt wird, während sich dasselbe auflöst, unter verhältnißmäßig starken, aber gefahrlosen Verpuffungen, das in mikroskopischen Räumen darin zusammengepreßte Wasserstoff-Gas in Blasen aus.

In Landstrichen, wo Steinkohlen gefunden werden, gehört, wie ich schon sagte, Wasserstoff-Gas zu den keineswegs seltenen Erscheinungen; die Sache ist leicht erklärbar, da Wasserstoff einen der Bestandtheile von Kohlen ausmacht. Aber das Gas entströmt den Kohlen-Schichten nicht im reinen Zustande, sondern gemischt mit andern Gasen; Sie werden später Genaueres darüber hören.

Unser Element geht, wie bereits bemerkt worden, in die Zusammensetzung aller Wasser ein; und das Verhältniß in welchem Sauerstoff und Wasserstoff zusammentreten, um Wasser zu bilden, eignet sich am besten, eine Vorstellung von der geologischen Wichtigkeit des Wasserstoffes zu geben. Wenn wir vom Wasser reden, werde ich nicht unterlassen, das Weitere zu entwickeln.

Das dritte Element, welches wir kennen zu lernen haben, der Stickstoff — *Azote*, oder *Nitrogène* Französischer Chemiker — nimmt nicht unwesentlichen Antheil an Zusammensetzung unseres Dunstkreises. Näheres werden Sie vernehmen, wenn ich von der Luft handle. Auch in viele Felsmassen, welche ver-

Digitized by Google

steinerte Thierreste umschließen, dürfte jenes Element enthalten seyn; denn Stickstoff ist in thierischen Substanzen vorhanden, und nicht wenige Geschöpfe wurden in dem noch schlammigen Material, aus welchem solche Gebirgsarten entstanden, lebend begraben, oder mindestens als die Thiere ihrer fleischigen Theile keineswegs gänzlich beraubt waren. — Der mit Wärme verbundene Stickstoff, das Stickstoff-Gas, besitzt wenig ausgezeichnete Eigenschaften. Es ist unfähig, thierisches Leben oder Verbrennungs-Processe zu unterhalten; brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin. Entzünden läßt sich das Gas nicht. Der atmosphärischen Luft verglichen, was das Gewicht betrifft, wird es etwas leichter befunden.

Das vierte Element, von dem ich zu reden habe, der Kohlenstoff, wird durch einen Umstand besonders merkwürdig. Der Diamant, der werthvollste aller Edelsteine, dessen seltsame Natur schon Newton ahnte, ist reiner, zur größten Härte und Dichtheit gelangter Kohlenstoff. Diese chemische Uebereinstimmung von Holzkohle und Diamant verleitete zu schwärmerischen trügenden Hoffnungen. Manche wähnten die Zeit nicht fern, wo inländische Fabriken mit dem Erzeugnisse Brasiliens und Ostindiens wetteifern würden. Vielfältige Versuche hatten statt, um gereinigte Kohlen zu schmelzen, um Diamante zu „fabriciren"; aber sie mißlangen sämmtlich.

Mit anderen Substanzen verbunden, ist der Kohlenstoff sehr häufig in der Natur vorhanden; darauf beruht seine geologische Bedeutung. Die spärliche Verbreitung des reinsten Kohlenstoffes, des Diamanten, ist weniger auffallend, wenn man Thatsachen kennen lernt, die sich wohl damit vergleichen lassen. Ich begnüge mich für jetzt, das Gediegen-Eisen zu nennen; im Verhältnisse zu den, so allgemein vorkommenden, Eisenerzen wird dasselbe nur in sehr unbedeutender Menge gefunden.

Digitized by Google

Der Kohlenſtoff — ein wichtiger Beſtandtheil aller Vegetabilien von der zarteſten Zierblume bis zum mächtigen Waldbaume — macht die Baſis der Steinkohlen und der Braunkohlen aus; Sauerſtoff und Waſſerſtoff finden ſich allerdings in jenen brennbaren Körpern mit Kohlenſtoff verbunden, aber dieſes Element iſt bei weitem der vorwaltende und wichtigſte Beſtandtheil. Manche Steinkohlen enthalten in 100 Theilen über 84 Theile Kohlenſtoff.

Mit einigen der weſentlichern Merkmale des fünften, in geologiſcher Beziehung wichtigen, Grundſtoffes ſind Sie bereits vertraut. Sie kennen den Schwefel als eine feſte, ſehr ſpröde, leicht zerbrechliche Subſtanz, glänzend und von ſchöner gelber Farbe. Sie wiſſen, daß Schwefel bei ſtarker Erhitzung kocht, und verdampft, und daß er an kalte Körper, unter Geſtalt eines zarten Pulvers, ſogenannte Schwefelblumen, ſich anlegt. Eben ſo bekannt iſt Ihnen die entzündbare Natur des Minerals, und daß es, je nachdem die Temperatur niedriger oder höher, mit blauer, auch mit weißer Flamme brennt, und dabei ſtechende Dämpfe ausſtößt. Wie nachtheilig Dämpfe der Art für die Augen ſind, dieß erfahren die Arbeiter in den Schwefelgruben am Quindiu, einem Vulkan in Amerika; ſie haben meiſt ſchwaches Geſicht. Auf Sicilien beſteht ein Geſetz, daß, der verderblichen Dämpfe wegen, die Schwefelöfen, — ich werde ſogleich den Ausdruck erklären — wenigſtens eine Italiſche Meile von Obſt- und Weingärten entfernt ſeyn müſſen. Um Geruch zu verbreiten, reicht übrigens beim Schwefel ſchon die Sonnenwärme hin; nahe bei Gruben, wo man Schwefel gewinnt, in der Gegend um Magazine, wo Schwefel-Vorräthe aufbewahrt werden, iſt, namentlich zur Sommerzeit, der eigenthümliche Geruch ſehr merkbar. In Sicilien entzündete ſich, von einer, die Felsmaſſen durchſetzenden, offenen Spalte aus, eine Schwefel-Lage. Das

Digitized by Google

Feuer erreichte ſolche Stärke-Grade, daß Ströme geſchmolzenen Schwefels aus der Spalte hervordrangen. — Der im Schmelztiegel zum Fluß gebrachte Schwefel geſtaltet ſich regelrecht beim Erkalten, er bildet Kryſtalle. Gießt man geſchmolzenen Schwefel in kaltes Waſſer, ſo erlangt derſelbe die Konſiſtenz von erweichtem Siegelwachſe.

Der Antheil des Schwefels an der Zuſammenſetzung unſerer feſten Erdrinde, iſt keineswegs in dem Grade unbedeutend, als für den erſten Augenblick ſcheinen möchte. Man darf bei Beurtheilung dieſes Verhältniſſes nicht, wie Viele geneigt ſeyn könnten, jenen Schwefel vorzugsweiſe in Anſchlag bringen, welcher mit noch thätigen, oder mit erloſchenen Vulkanen in unmittelbarem Zuſammenhange ſteht. Was von Schwefel, unter Geſtalt weißer Dämpfe, und meiſt mit Sauerſtoff, oder mit anderen Subſtanzen verbunden, den Kratern, den Laven-Spalten und Riſſen wirkſamer Feuerberge entſtrömt, was aus den Schlünden ſo mancher ausgebrannter Vulkane hervorbricht, was in Solfataren und Schwefel-Höhlen ohne Unterlaß ſublimirt wird, iſt allerdings für einzelne Orte ſehr bedeutend. So ſteigen aus dem Krater des Purace bei Popayan in Columbia Schwefel-Dämpfe in ſolcher Häufigkeit auf, daß ſie 18 Zoll ſtarke Schwefel-Rinden bilden; Holzſtücke, nur wenige Tage dem Einfluſſe dieſer Dämpfe ausgeſetzt, erſcheinen überdeckt mit Schwefel-Kryſtallen. Die Felſen, welche den zerriſſenen Krater des *Alaghez* umgeben — des Vulkanes, dem die gewaltigen Laven-Maſſen entſtrömten, von denen der Nordrand der Ebene Armeniens begrenzt wird — ſind ganz mit Schwefel überdeckt; die Bewohner der Umgegend ſammeln ihn ein, und zwar auf eine ſehr eigenthümliche Weiſe, denn da der Gipfel unzugänglich iſt, ſo bedienen ſie ſich, wie Dubois erzählt, der Flinten, um die Schwefel-Decke zu durchſchießen; ſie feuren von unten darauf, und nun fallen die Schwefel-Stücke herab zu

Digitized by Google

ihren Füßen. — Manche vulkanische Eilande tragen ihren Namen „Schwefel-Inseln“ von der Menge der brennbaren Substanz, welche sie liefern, wie unter andern *Tanao-Sima* und *Jevo-Sima* im Süden der Japanischen Inseln. Das Griechische Eiland Milo ist sehr reich an Schwefel, zahllose Höhlen sind voll von Schwefel und Alaun. Werden ihre, mit Krystallen dieser Substanzen überdeckten, Wände beleuchtet, so gewährt dieß einen prachtvollen und zugleich höchst wunderbaren Anblick; man glaubt die ganzen Räume von Feuer erfüllt. Der mit blauer Flamme brennende Boden besteht aus Schwefel mit erdigen Theilen untermengt. Reisende, die, den Wind im Rücken, sich solchen Höhlen genähert, konnten eine Strecke vordringen, ehe sie auf den brennenden Boden zu stehen kamen; aber plötzlich sprang der Wind um und trieb ihnen die Dampfmasse ins Gesicht. Sie fielen sogleich nieder und würden erstickt seyn, hätte der Wind nur einige Augenblicke angehalten.

Bei Beurtheilung der geologischen Wichtigkeit des Schwefels kommen indessen Thatsachen, wie die erwähnten, nicht in Anschlag; denn solche Phänomene sind, im Vergleich zum großen Erdganzen, nur örtliche. Der Schwefel diente der Natur auf mannigfaltige Weise; er wird in den vielartigsten Verbindungen getroffen. Wir werden davon bei den Erzen Näheres hören. Allein auch für sich, bald mehr bald weniger rein, erscheint Schwefel in größern und kleinern unförmlichen Massen, und setzt selbst ganze Lagen zusammen, die zwischen thonigen und mergeligen Gesteinen zu finden sind. Er wird, in solchen Fällen, sehr gewöhnlich von Gyps, von Steinsalz, nicht selten auch von Braunkohlen begleitet. Sicilien ist überaus reich an Schwefel-Ablagerungen der Art. Sie erscheinen zumal in der südlichen Hälfte der Insel und nehmen bedeutende Räume ein. Mit Recht kann man sagen: Sicilien sey der Schwefel-Markt für einen großen Theil von Europa. Bisher wurde der brennbare Körper auf der Insel dadurch gewonnen,

Digitized by Google

daß man die, denſelben enthaltenden thonigen Mergel-Stücke in beſonders vorgerichtete Oefen brachte, deren etwas geneigter Boden in einem Kanale endigt. Die geſchmolzene Subſtanz floß nun in beſondere, zu ihrer Aufnahme beſtimmte Formen. Ferner verſchafft man ſich das Mineral, wie ſchon erwähnt worden, durch Aufſammeln deſſelben im gediegenen Zuſtande, und durch Deſtillation gewiſſer Eiſen- und Kupfererze.

Dieſen Bemerkungen will ich noch einige Nachrichten über den Schwefel beifügen, welchen Quellen liefern. Manche, ihrer Heilkräfte wegen berühmte, Quellen, warme und kalte, enthalten das Mineral, mit Waſſerſtoff-Gas verbunden, aufgelöst; durch Trennung beider, erfolgt Niederſchlag des Schwefels. Abſätze der Art ſind, in mehreren Gegenden, ziemlich häufige Erſcheinungen. Die Schwefel-Waſſer ſchlagen unter, oder über der Erde, wo ſie längere Zeit ihren Lauf haben, ſogenannten Schwefel- oder Bade-Schlamm nieder. Ich erinnere an Marienbad und Baden in Oeſterreich, an Ems, Aachen, an die warmen Quellen in den Euganeen u. ſ. w. In der Indiſchen Provinz *Kemaoon* entſtehen Schwefel-Abſätze, nahe bei heißen Quellen, mitten im Bette mehrerer Flüſſe. Solche Schwefel-Bildungen umſchließen, wie unter andern bei Bex im Waadtlande, Holztheile, Früchte verſchiedener Art und andere Gegenſtände. In der Nähe der heißen Quellen Islands, die Schwefel erzeugen, findet ſich derſelbe als rindenähnlicher Ueberzug. — Auch im Waſſer des Weltmeeres kommt Schwefel vor, jedoch nur in unbedeutender Menge und nicht rein, ſondern ſtets gemiſcht mit andern Subſtanzen.

Eine ausgemachte Sache iſt endlich, daß der Schwefel keineswegs dem Mineralreich als Allein-Eigenthum gehört; gewiſſe Pflanzen enthalten ihn, und an Orten, wo thieriſche Körper in Fäulniß übergehen, bildet ſich nicht ſelten Schwefel. Als im

Digitized by Google

Jahre 1778 das Thor *St. Antoine* zu Paris niedergerissen wurde, fand man, beim Graben an Stellen wohin, vor alter Zeit, Kothhaufen geschüttet worden, abgefallene Kalkstücke, überdeckt mit Körnern und mit kleinen Krystallen von Schwefel.

Ich bin weit davon entfernt, diese Andeutungen für eine vollständige Geschichte des Schwefels auszugeben; bei der Lehre von den Säuren, bei den Vulkanen, bei den Steinkohlen-Bränden, und bei anderen Gelegenheiten werde ich zu gar manchen Nachträgen mich veranlaßt sehen.

Hat der Schwefel Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, so verdient solche, unter den übrigen Elementen, das Chlor in keinem geringern Grade. Aus Chlor und Wasserstoff besteht, wie wir hören werden, die so wichtige Salzsäure. In der Natur kommt unser Element in beträchtlicher Menge vor; jedoch nicht rein, sondern andern Substanzen verbunden, und diese, zum Theil für die Erd-Geschichte höchst wichtige, Gemische haben wir in den nächsten Vorlesungen ausführlicher kennen zu lernen. Gegenwärtig begnüge ich mich, Ihnen zu sagen, daß Chlor ein Bestandtheil des Kochsalzes ist, welches zu den, im Ocean am häufigsten enthaltenen, salinischen Substanzen gehört, und daß im Steinsalz unser Element mit einem, der bereits genannten, Metalle, mit Natrium verbunden erscheint.

Chemiker wissen Chlor in zweifacher Gestalt darzustellen: als tropfbare Flüssigkeit und in Gasform. — Von dem, mit Wärmestoff verbundenen, Chlor, vom Chlorgas, wollen wir uns merken, daß es durchsichtig, blaßgelb, nicht brennbar und in Wasser löslich ist. Alle Pflanzen-Farben werden dadurch zerstört; darauf beruht seine Anwendung zum Bleichen. Chlorgas riecht sehr stechend. In geringer Menge eingeathmet verursacht dasselbe unangenehme Empfindungen; bei öfterm Einathmen bringt es dem Leben Gefahr, indem Erstickungen dadurch bewirkt werden. Zu

Digitized by Google

den denkwürdigen Eigenthümlichkeiten des Stoffes, wovon die Rede, gehört endlich die, daß gewiſſe, in dünne Bleche geſchlagene, Metalle vom Chlorgas entzündet werden, wenn man ſie damit in Berührung bringt.

Bei zwei andern Elementen, bei Fluor und Phosphor, will ich im Augenblicke nur vorübergehend verweilen. Den bis jetzt beſprochenen Urſtoffen verglichen, ſind ſie von mehr untergeordnetem Intereſſe; aber dennoch rufen beide — in Verbindung mit andern Subſtanzen, die Sie noch kennen zu lernen haben, — manche nicht unwichtige Phänomene hervor. Einige wenige Bemerkungen über die Natur jener Elemente mögen hier genügen.

Die Exiſtenz des Fluors wird aus den Wirkungen erkannt, welche man ihm zuſchreibt; denn ſeine Darſtellung im Reinheits-Zuſtande hat der chemiſchen Kunſt nicht gelingen wollen. Mit Waſſerſtoff verbunden kennen wir das Fluor als Flußſäure, und die größte, obwohl an und für ſich nicht bedeutende, Menge dieſer Säure wurde im Flußſpathe nachgewieſen, einem Mineral, welches in ſeinen Merkmalen viel Angenehmes und Unterrichtendes darbietet; von den ſchönen Farben-Reihen des Flußſpathes war bereits die Rede; das Mineral iſt ferner durch mancherlei Kryſtall-Geſtalten ausgezeichnet, und wird als Begleiter verſchiedener wichtiger Erz-Gebilde beſonders beachtungswerth. In geringer Quantität kommt die Flußſäure auch als Beſtandtheil mancher andern Mineralien vor, die mitunter, wie Glimmer und Hornblende, in die Zuſammenſetzung vieler Felsarten mehr oder minder weſentlich eingreifen.

Phosphor — ein blaßgelber, durchſichtiger, fettglänzender Körper von wachsähnlicher Beſchaffenheit — iſt durch ſein brennbares Weſen allgemein bekannt. Er entzündet ſich, bei Berührung der Luft, entzieht dieſer den Sauerſtoff, zu welchem derſelbe be-

Digitized by Google

sonders große Verwandtschaft hat, und so entsteht Phosphorsäure, von der wir später Näheres hören werden.

Es liegt nicht in meiner Absicht, jezt schon manche andere Elemente zur Sprache zu bringen, die, wie Brom, Jod und Boron, nur von höchst untergeordnetem geologischem Interesse sind. Sie sollen uns demnächst bekannt werden, in so weit es nothwendig.

Von den metallischen Urstoffen werde ich in der nächsten Vorlesung handeln.

Digitized by Google

Vierte Vorlesung.

Metalle.

Bedürfniß, Ehrgeiz, Geldgier veranlaßten die Untersuchung der Metalle. Schon in früher Zeit mußten die Menschen nach der Kenntniß jener metallischen Substanzen streben, aus denen Nutzen zu ziehen war. Werkzeuge und Geräthschaften vielfacher Art, zur Befriedigung der Lebens-Bedürfnisse unentbehrlich, oder in Gewerben und Künsten die wesentlichsten Dienste leistend, wurden aus Metallen gefertigt; Metalle machten die Erforschung der Erdtiefen möglich; die Sitten-Verbesserung, das Vorschreiten zu höhern Ausbildungs-Stufen hängt, zu nicht geringem Theile, von der Anwendung jener Naturkörper ab; ohne Metalle würden die Menschen, selbst bei den günstigsten klimatischen Verhältnissen, im Wildheits-Zustande verblieben seyn.

Sehr verzeihlich war die, in alter Zeit gehegte Meinung: alle Metalle seyen wesentlich von der nämlichen Beschaffenheit, und es beruhe ihre verschiedenartige Farbe bloß auf unbedeutenden Beimischungen irgend eines Stoffes. Besonders die Alchemisten blieben in jenem Wahne befangen. Sie betrachteten die Metalle — deren einfache Natur erst in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts geahnt wurde — nicht als Elemente, sondern hielten dieselben für zusammengesetzte Körper; da nun Gold und

Digitized by Google

Silber als die schätzbarsten Metalle galten, und Gold namentlich für deren reinste „Basis", so strebten leichtgläubige Adepten nach dem Geheimniß: „unedle" Metalle in „edle", in Gold und Silber umzuwandeln. Von der Ueberzeugung ausgehend: Gold sey in sämmtlichen Metallen enthalten, aber nicht rein, sondern mit andern Stoffen gemischt, suchten sie nach einem Universal-Auflösungs-Mittel; sie mühten sich, aus den Metallen das Fremdartige zu entfernen, wodurch dieselben gehindert wurden, sich als Gold darzustellen. Quecksilber, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei — die fünf außer Gold und Silber den Alten bekannten Metalle — unterwarf man Einwirkungen verschiedenster Art, um daraus den König der Metalle, Gold, zu erhalten, oder mindestens Silber, das, gleich allen metallischen Substanzen, unter den Einfluß der Planeten gestellt und der Mondgöttin geheiligt worden. Es gab Zeiten, wo Goldmacher-Operationen die Aufmerksamkeit der Fürsten in Anspruch nahmen, und sogar bei Rechts-Gelehrten und Staatswirthen Bedenklichkeiten erregten. Friedrich III, der Deutsche Kaiser, ließ eine Münze aus Gold schlagen, welches durch alchemistische Proceduren in seiner Gegenwart angeblich erhalten worden war, und erhob den Adepten in den Adelstand. Herzog Friedrich von Würtemberg ließ, wie erzählt wird, gegen Ende des sechszehnten Jahrhunderts, dem Alchemisten Honauer nicht fern von Stuttgart einen eisernen Galgen aus dem Metall errichten, welches er in Gold umzuwandeln versprochen hatte. Eine Parlaments-Akte erklärte die Umwandlung der Metalle für Felonie (d. i. Lehns-Frevel, Verletzung der Lehns-Pflichten); auf Boyle's, des berühmten Englischen Philosophen, Vorstellung nahm man indessen den ungereimten Beschluß bald zurück. — Aber selbst in den Jahren, wo man nach dem Stein der Weisen, und nach Lebens-Elixiren suchte, traten „zwischen Wolken des Truges, aus dem Rauche alchemischer Ofen, unerwartete und nützliche Entdeckungen hervor."

Digitized by Google

Wir hätten nun die metallischen Urstoffe in der Folge kennen zu lernen, wie solche durch ihre geologische Wichtigkeit vorgeschrieben wird, nämlich: Silicium*, Aluminium, Kalium, Natrium, Magnium, Calcium, Eisen und Mangan. Da indessen diese Elemente unter sich und mit den übrigen Metallen — deren Zahl mehr als vierzig beträgt — gar manche Uebereinstimmungen zeigen, so werde ich, um Wiederholungen zu vermeiden, von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Metalle im Allgemeinen reden.

Vordem pflegte man die Metalle nach Rang und Würden zu ordnen. Als die hämmerbarsten, geschmeidigsten, mögen die edlen am frühesten zu Gefäßen und Zierrathen verarbeitet worden seyn. Gold und Silber, die Repräsentanten irdischer Güter, hatten schon in alter Zeit großen Werth; dafür zeugen heilige Urkunden und weltliche Geschichte. Solche Würdigung hat man indessen keineswegs allein der Kenntniß der höhern Reinheit, im Vergleich mit andern Metallen, zuzuschreiben, sondern vielmehr dem Umstande, daß sie unter Verhältnissen sich fanden, welche Gewinnung und Bearbeitung bei weitem mehr erleichterten, als dieß hinsichtlich anderer besonders nützlicher Metalle, zumal des Eisens, der Fall ist. — Die kostbaren Metalle sollen am frühesten im östlichen Asien und in Aegypten bekannt geworden seyn; möglich, daß sie vom Küstenlande des Euphrats gebracht wurden. Die Mosaische Urkunde enthält, schon aus Abrahams Zeit, Nachrichten über den Gebrauch edler Metalle. Man wog sie theils als Geld aus, theils wurden dieselben zu Zierrathen verarbeitet. Im Buche der Könige ist zu lesen, daß Salomo Metallschätze auf Schiffen

* Ich übersehe nicht, daß die metallische Natur des Siliciums in neuester Zeit zweifelhaft geworden, und daß viele Chemiker jenes Element dem Boron und andern nicht metallischen Urstoffen näher verwandt glauben. Unserm Zwecke thut es keinen Eintrag, wenn wir die ältere Ansicht beibehalten und das Silicium als Metall gelten lassen.

Digitized by Google

aus Ophir bringen und in Jerusalem aufhäufen ließ. Alle heiligen Gefäße des Tempels waren aus reinstem Golde gefertigt. Silber hatte damals weniger Werth; dieß beweisen die Worte: der König schaffte so viel Silber als Steine herbei. — Alten Geschichtschreibern zu Folge, waren die Gold- und Silberschätze der Beherrscher von Assyrien und Persien keineswegs geringer, als jene, welche Salomo besessen hatte. In Lydien wurde der Reichthum des letzten Königs, Crösus, zum Sprichworte. Der Römer Siege führten der Schatzkammer in der Hauptstadt ungeheure Massen von geprägten Metallen sowohl, als von metallenen Geschirren zu. Und so wie sich das Reich mehr und mehr ausdehnte, und die Schätze der damals bekannten Welt in seinem Mittelpunkte vereinigt wurden, scheint das Vermögen Einzelner zu beinahe unglaublichen Summen angewachsen zu seyn. — Im Mittelalter befanden sich Kirchen und Klöster, durch fromme Freigebigkeit und durch Prachtliebe, im Besitze der köstlichsten Gold- und Silber-Gefäße und Zierrathen.

Lernen wir nun die Merkmale gediegener Metalle, der reinsten Erzeugnisse schaffender Naturkräfte, näher kennen. Ohne über eine Menge Einzelnheiten mich zu verbreiten, sage ich Ihnen, daß den Metallen manche denkwürdige Eigenschaften gemeinsam zustehen; aber sie besitzen dieselben in so verschiedenen Graden, daß man bald zur Ueberzeugung geführt wird, es habe die Weisheit der Schöpfung, beim ungleichen Vertheilen jener Gaben, die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse jeder Art im Auge gehabt.

Die Farben der Metalle, wie solche die Natur im Gediegenheits-Zustande liefert, sind sehr einfach, aber dennoch ungemein bezeichnend für die betreffenden Substanzen. Bei weitem die meisten Metalle erscheinen weiß oder grau gefärbt (Silber, Quecksilber, Antimon, Tellur, Arsenik, Blei, Eisen, Platin); gelb und roth kennt man nur am Gold und Kupfer.

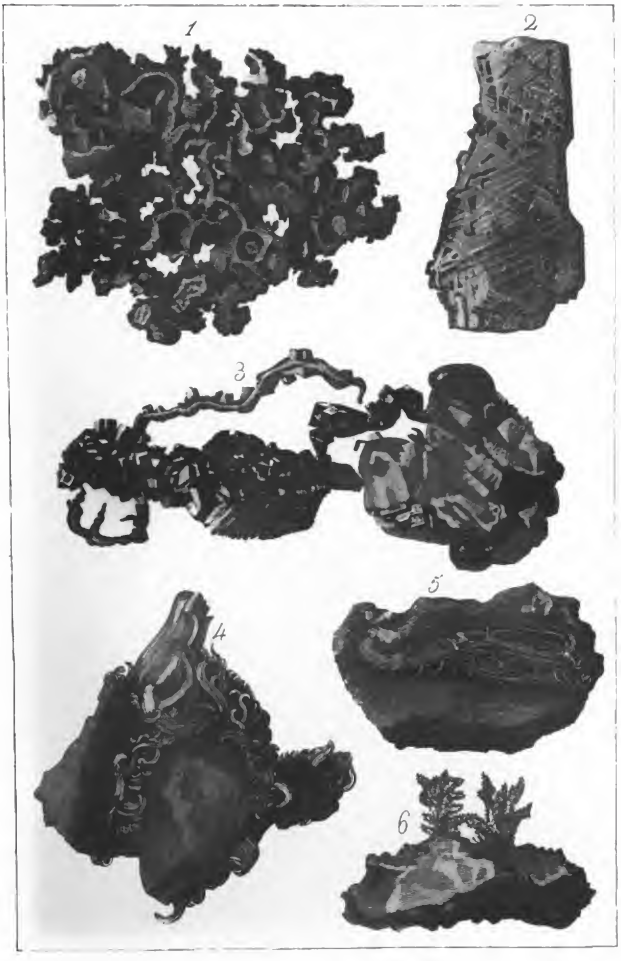
Eine Eigenschaft, wodurch die Metalle sich, bis auf sehr wenige

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VI.



Digitized by Google

Ausnahmen, leicht kenntlich machen, ist ihr lebhafter Glanz; er steht ihnen in dem Grade zu, daß diese Art des Glanzes als metallischer bezeichnet wird. Ferner haben die Metalle an und für sich weder Geruch noch Geschmack; nur einige entwickeln nach dem Reiben einen widerlichen Geruch. Sie sind undurchsichtig, unlösbar in Wasser, aber löslich in Flüssigkeiten, die wir als Säuren kennen zu lernen haben. Bei weitem die meisten gediegenen Metalle leiten Wärmestoff, so wie Elektricität. Manche gehören zu den schwersten Substanzen in der Natur; andere dagegen zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht aus, man nennt sie deßhalb leichte Metalle. Zu den leichten Metallen rechnet man namentlich die Alkali- und die Erd-Metalle, worüber Sie sogleich Näheres hören sollen. Alle, in der Sprache des gewöhnlichen Lebens als Metalle bezeichneten, Substanzen werden den schweren Metallen beigezählt.

Die meisten Metalle sind schmelzbar; aber sie verlangen sehr ungleiche Hitze-Grade, um in Fluß zu kommen. Quecksilber bleibt bei gewöhnlicher Temperatur stets flüssig; Kalium, Natrium, Zinn und Wismuth bedürfen zum Schmelzen nicht einmal der Rothglühe-Hitze; beim Eisen sind dagegen die höchsten Wärme-Grade erforderlich, welche unsere Oefen hervorzubringen vermögen. Geschmolzene Metalle werden beim Abkühlen wieder fest; die meisten lassen sich in Formen gießen, so daß man ihnen die mannigfaltigsten Gestalten geben kann. — Gewisse Metalle sind flüchtig, d. h. sie nehmen bei höhern Wärme-Graden, als dieselben nöthig haben, um in Fluß zu kommen, Dampfgestalt an. Einige zeigen sich so brennbar, daß sie in Flammen gerathen, ehe dieselben schmelzen; dünne Zinkscheiben brennen, wenn man sie in die Lichtflamme hält; Eisen-Feilspähne, auf Kohlenfeuer geworfen, entzünden sich mit glänzendem Funkensprühen.

Digitized by Google

Was Härte betrifft, so lassen die Metalle große Verschiedenheit wahrnehmen. Durch Kunst kann jene Eigenschaft bei gewissen metallischen Substanzen erhöht werden, wie solches namentlich die Umwandelung des Eisens zu Stahl beweist. Die Alten bereiteten ihre Schneide-Werkzeuge, indem sie Kupfer und Zinn zusammenschmolzen; aus einem Erz-Gemische, aus einer Legirung der Art, dürften die Waffen der Griechen bestanden haben. — Mit der Härte der Metalle befinden sich andere Eigenthümlichkeiten derselben im Verhältniß, so namentlich Elasticität und Klang; auch lassen sich viele derselben in dem Grade poliren, daß sie das Licht gut zurückwerfen.

Ferner sind die Metalle streckbar, zähe und geschmeidig; Eigenschaften, welche ihnen jedoch in sehr ungleichen Graden zustehen. Durch Anwendung mechanischer Kunst, durch Hämmern, können Metalle zu Blechen geschlagen, sie können zwischen Walzen ausgedehnt, auch zu Drähten und Fäden gezogen werden. Blatt-Silber, aus dem reinsten Metall bereitet, ist dünner, als der hunderttausendste Theil eines Zolles. Gold kann noch dünner geschlagen werden; ein Gran des Metalles reicht hin, um einen Raum von 56 Quadrat-Zollen mit seinen Blättchen zu bedecken. Silber-Drähte, wie solche die Astronomen gebrauchen, haben nicht die Stärke eines Menschenhaares; ein Gran Silber liefert einen 400 Fuß langen Draht. Platin ist so dehnbar, daß es sich in die dünnsten Platten schlagen, und zu Dräthen ziehen läßt, welche nur ein Zweitausendtheil eines Zolles messen. Um Ihnen von der Zähheit gewisser Metalle Beispiele zu geben, bemerke ich, daß Gold-Drähte, vom zehnten Theile eines Zolles im Durchmesser, Gewichte von 500 Pfund tragen, ohne zu zerreißen; Eisen-Drähte von der nämlichen Stärke tragen 450 Pfund u. s. w. Die Zähheit des Bleies dagegen ist sehr gering; ein Bleidraht vom zwölften Theil eines Zolles Dicke trägt nicht mehr als 18 Pfund. —

Digitized by Google

Geschmeidige Metalle nennt man solche, die zu Spähnen geschnitten werden können.

Unter den erwähnten Eigenschaften der Metalle sind nicht wenige bei Anwendungen im gewöhnlichen Leben von hoher Wichtigkeit.

Von den, in geologischer Hinsicht besonders bedeutenden, metallischen Urstoffen findet sich nur Eisen im reinen Zustande, in dem der Gediegenheit. Ehe ich von den Eigenschaften und Kennzeichen dieses Metalles rede, und Ihnen die seltsame Art seines Vorkommens schildere, habe ich einige Erläuterungen einzuschalten, welche dienen sollen, um Manches in den bisherigen Vorträgen Abgehandelte mehr aufzuklären, und Anderes für weitere Entwickelungen vorzubereiten.

Sie haben nicht übersehen, daß beim Sauerstoff bemerkt wurde: es mache derselbe einen Bestandtheil der Kieselerde aus (S. oben Seite 112). Ebenso verhält es sich mit der Thonerde, mit der Talk- oder Bittererde, und mit einigen andern Erden, von denen wir später Kenntniß nehmen wollen; alle diese Erden sind keine Elemente, sie bestehen aus einer metallischen Grundlage und aus Sauerstoff. Man hat die Metalle, welche Erden zu erzeugen fähig sind, Erd-Metalle genannt, und zu diesen gehören, als geologisch wichtig: Silicium, Aluminium und Magnium, die metallischen Grundlagen der Kieselerde, Thonerde und Talkerde.

Es wird für unsere Zwecke genügen, wenn ich Ihnen sage, daß das Silicium, wie solches Chemiker darzustellen wissen, braun von Farbe und glanzlos ist; daß es die Elektricität nicht leitet und vor dem Löthrohre unschmelzbar bleibt; Aluminium, oder Alumium, und Manganium sind grau und metallisch glänzend. Jenes Metall erhielt seinen Namen vom Alaun (*Alumen*), welchen dasselbe mit andern Stoffen bilden hilft. Das Aluminium zeichnet sich dadurch aus, daß es, in Wasser gebracht, schwach aufbraust,

Digitized by Google

Das Magnium schmilzt schon bei einer Hitze, in welcher Spiegelglas nur weich wird.

Die drei andern, uns zunächst interessirenden Metalle, Kalium, Natrium und Calcium, gehören zu den sogenannten Alkali-Metallen; aus ihrer Verbindung mit Sauerstoff entspringen nämlich die Alkalien und die alkalinischen Erden, daher der Name. Wir haben im Verfolg Alkalien und Erden genauer kennen zu lernen, alsdann sollen diese Verhältnisse sämmtlich zur Klarheit gebracht werden. Im Augenblicke handelt es sich bloß um die Eigenthümlichkeiten der metallischen Grundlagen jener Stoffe, und in dieser Beziehung bemerke ich, daß die Alkali-Metalle, gleich den Erd-Metallen, glänzend und von weißer Farbe sind. Calcium — die metallische Grundlage der Kalkerde — erscheint, bei gewöhnlicher Temperatur, fest, Kalium und Natrium aber verdampfen schon bei nicht hohen Hitze-Graden. Beide letztere Metalle sind überdieß durch ihre große Leichtigkeit ausgezeichnet; ihr Gewicht ist geringer, als jenes des Wassers.

Was vom Silicium gesagt worden, gilt auch von den andern Erd- und von den Alkali-Metallen: sie sind bloß auf künstlichem Wege zu erhalten. Sonach kommt unter den, geologisch wichtigen, Metallen nur Eisen im gediegenen Zustande in der Natur vor; aber in keinem der Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, in keiner der Fels-Formationen, aus denen der Körper unseres Planeten besteht, sondern als Meteoreisen, in merkwürdigen Massen, die, von Zeit zu Zeit, auf die Erd-Oberfläche niederfallen, und unter dem Namen Aerolithe oder Meteorsteine bekannt sind. Einige derselben enthalten Gediegen-Eisen, nicht allein in zerstreuten Körnern, sondern auch in mehr und weniger zusammenhängenden Zacken; andere Massen bestehen ganz aus geschmeidigem Eisen. Letztere haben wir

Digitized by Google

zunächst genauer zu betrachten, machen wir uns jedoch vorher mit den denkwürdigsten Eigenschaften des reinen Eisens bekannt, wie solches aus seinen Erzen durch Schmelz-Processe gewonnen wird.

Reines Eisen — das härteste und zusammenhängendste unter den geschmeidigen, streckbaren Metallen, und etwas mehr als sieben Mal so schwer, wie Wasser — ist grau von Farbe und stark glänzend. Es läßt sich zwar nicht in sehr dünne Platten ausbreiten, wohl aber zu feinen Drähten ziehen. In der Rothglühe-Hitze wird Eisen weicher und zäher; der Weißglühe-Hitze ausgesetzt, kann man dasselbe zusammenschweißen, eine sonderbare Eigenthümlichkeit, welche außer dem Eisen, nur dem Platin zusteht. Zwei weißglühende, über einander gelegte, Eisen-Stangen, lassen sich, ohne daß wirkliche Schmelzung von einem der beiden Theile erfolgt, durch bloßes Hämmern so zusammenschmieden und mit einander vereinigen, daß dieselben nur eine Masse ausmachen; dieß nennt man schweißen. — Wollte ich von den magnetischen Eigenthümlichkeiten des Eisens reden, so würden wir auf Gegenstände zurückkommen, die uns bereits beschäftigt haben (S. 88 ff.). Es sind jene Eigenthümlichkeiten, welche, wie Ihnen bekannt, dem Metall besondern Reiz und eine eigene Wichtigkeit verleihen, indem sie dasselbe mit den größten physikalischen Ereignissen in enge Verbindung bringen.

Betrachten wir nun das, in der Natur vorkommende, Gediegen-Eisen oder das Meteoreisen.

In mehreren Gegenden der alten wie der neuen Welt wurden Massen und Klumpen von geschmeidigem Eisen gefunden. Bei vollkommener Dehnbarkeit besitzen solche Massen Gestalten, welche das Metall nicht annehmen konnte, wenn es Kunst-Produkt wäre. Allerdings vermißt man bei den meisten Massen der Art glaubhafte Beobachtungen über ihre meteorische Abkunft; es ist diese nicht geschichtlich erwiesen; die vorhandenen

Digitized by Google

Nachrichten sind zum Theil unbefriedigend; aber das ganze Wesen derselben läßt über ihren Ursprung wenig Zweifel. Aeußeres Ansehen, und mehr noch das innere krystallinische Gefüge, weisen auf einen früheren flüssigen Zustand hin. Eigenthümliche, dem Meteoreisen zustehende, Merkmale, besonders seine Hämmerbarkeit, entfernen jeden Gedanken, daß dasselbe Kunst-Produkt seyn könne; auch streitet die Größe vieler solcher Massen gegen diese Vermuthung.

So manches Räthselhafte und Wunderbare, das mit der Erklärung vom Entstehen meteorischer Eisen-Massen, und mit den Umständen verbunden ist, die ihr Erscheinen, ihren Niederfall begleiten, wird durch eine wichtige Thatsache beseitigt, durch ein Ereigniß, welches die Aussagen glaubhafter Augenzeugen verbürgen. Beim Dorfe Hraschina, zur Agramer Gespannschaft in Kroatien gehörig, fielen am 26. Mai 1751, Abends gegen 6 Uhr, zwei Gediegen-Eisen-Massen nieder. Ihr Herabkommen war von meteorischen Erscheinungen, namentlich von stark leuchtenden Feuer-Phänomenen begleitet, wie solche beim Niederfallen von Aerolithen gewöhnlich sind. (Absichtlich übergehe ich hier noch deren genauere Schilderung.) Durch an Ort und Stelle, in aller Form gepflogene, amtliche Untersuchungen wurde das Wahrhafte der Begebenheit vollkommen außer Zweifel gestellt. Wie die vernommenen Augenzeugen behaupteten, so kamen die Massen in Gestalt „feuriger verwickelter Ketten“ aus der Luft nieder. In wessen Besitz das kleinere von beiden Stücken, 16 Pfund schwer, befindlich, weiß man nicht; das größere, 71 Pfund an Gewicht, welches drei Klafter tief in den, kurz zuvor gepflügten, Ackerboden eingedrungen war, wird zu Wien im Kaiserlichen Naturalien-Kabinette aufbewahrt. Da diese Masse eine der wenigen ist, deren meteorische Abkunft als erwiesen zu betrachten, da sie als Vorbild der übrigen mehr oder weniger problematischen,

Digitized by Google

gelten kann, so erwarb sich von Schreibers durch ihre ausführliche Schilderung kein geringes Verdienst.

Alles Meteor-Eisen läßt gewisse übereinstimmende Merkmale wahrnehmen. Seine Gestalt gehört zu denen, welche nur gediegenen Metallen zukommt. Keine von den bis jezt bekannten Massen dürfte indessen, was ihre Form betrifft, ausgezeichneter seyn, als die Siberische, von der wir sogleich Näheres hören werden. Sie ist ein wahres, schwammförmiges Eisen-Gerippe. (Fig. 1, Taf. VI.) Andere Meteor-Eisen-Massen sind plattgedrückt und haben wellenähnliche Unebenheiten, ohne daß jedoch das Aestige, Zackige und Zellige ganz vermißt wird. Im Innern erscheinen sie stahlgrau und schwach metallisch glänzend. Die Oberfläche, wenn dieselbe nicht eine gelblichbraune Rost-Bedeckung hat, sieht schlackig aus, wie geflossen, oder wie mit glasigem Firnisse überzogen, auch ist sie mit Eindrücken und kleinen Höhlungen versehen. Viele Meteor-Eisen-Massen enthalten grüne, glasglänzende Körner (Olivin). Einschlüsse, die, für gewisse vulkanische Felsarten, namentlich für Basalte, als besonders bezeichnend gelten. Auch die Anwesenheit dieser Körner, die Art, wie sie im Eisen gefunden werden, spricht dagegen, daß jene Massen Kunst-Erzeugnisse seyn könnten.

Ich habe des merkwürdigen Gefüges meteorischer Eisenmassen gedacht. Am schönsten wird dasselbe sichtbar durch Poliren und nachheriges Aetzen mit Salpetersäure. Es erscheinen gerade, in verschiedenen Richtungen ziehende, Streifen und winkelige Figuren, die bei fortgesetzter Aetzung immer deutlicher werden. Die Abbildung Fig. 2, Taf. VI (nach Schreibers) ist von jener Masse entnommen, deren meteorischer Ursprung thatsächlich erwiesen ist, nämlich von der bei Hraschina gefallenen. Man nennt die Figuren Widtmannstätten'sche, nach dem Entdecker des Phänomens. — Auch durch Erhitzen gelingt es, die

Digitized by Google

Erscheinung hervorzurufen, indem die verschiedenartig gelegenen Theile der Eisen-Masse mit verschiedenen Farben anlaufen.

Von der Geschmeidigkeit des Meteor-Eisens sind Waffen und andere Geräthschaften, welche man daraus geschmiedet, die Beweise. Als Brasilien sich für unabhängig erklärte, und, wegen der Spanischen Blokade, keine Waffen aus Europa zu erhalten waren, ließ man von dem, im *Gran Choco* liegenden, Meteor-Eisen ein Bruchstück nach *Buenos-Ayres* bringen und Pistolen daraus fertigen. Die im Jahre 1621 zu *Lahore* in Indien gefallene Masse, wurde ganz verschmiedet. Kaiser Alexander von Rußland besaß einen Säbel aus Gediegen-Eisen vom Vorgebirge der guten Hoffnung gearbeitet.

Was die chemische Zusammensetzung des Meteor-Eisens betrifft, so zeigt dieselbe, auch bei dem von den entlegensten Orten herrührenden, im Ganzen wesentliche Uebereinstimmung. Die angestellten Analysen, namentlich jene von Berzelius, haben darin, außer dem Eisen, zumal Nickel und etwas Zinn, Kupfer und Kobalt, neben einigen andern Substanzen dargethan.

Es kann nicht Absicht von mir seyn, Sie mit Aufzählung sämmtlicher, bis jetzt bekannt gewordener, Meteor-Eisen-Massen zu unterhalten; ich beschränke mich auf Andeutung der interessantesten Thatsachen.

Außer den erwähnten, bei Hraschina herabgekommenen, Massen verdienen in Europa unsere Aufmerksamkeit jene, welche, 1809, nicht weit von Brahin, im Gouvernement Minsk gefunden worden, so wie der beinahe 200 Pfund schwere Block, den, 1814, ein Schafhirt im Walde auf einem Granit-Hügel bei Lénarto im Saroffer Komitate entdeckte. Auch muß ich der über 1000 Pfund schweren, Eisenmasse gedenken, welche im Dorfe *La Caille*, unweit *Grasse*, Departement *du Var*, seit länger als 150 Jahren am Eingange der Pfarrkirche lag. Sie diente den

Digitized by Google

Bewohnern von *La Caille* zum Sitze, wurde aber, nachdem man sich von ihrer Natur überzeugt hatte, für die Königliche Sammlung in Paris erkauft. Der meteorische Ursprung derselben wird dadurch historisch wahrscheinlich, daß unter den Einwohnern sich die Sage erhalten hat: es sey die Masse auf einem, zwei Stunden entfernten, Berge niedergefallen.

In Asien nimmt die, Ihnen bereits bekannte, Meteor-Masse aus Siberien unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Durch den, seiner Reisen und gelehrten Arbeiten wegen berühmten, Russischen Akademiker Pallas wurde dieselbe nach Europa gebracht. Sie lag auf dem Kamm eines Schieferberges zwischen Krasnojarsk und Abakansk. Den Bewohnern der Umgegend galt dieselbe als vom Himmel gefallenes Heiligthum, und in Volkssagen lebte die Erzählung der Begebenheit fort. Pallas schätzte das Gewicht der Masse auf 1600 Pfund. In Petersburg bewahrt man ein Stück, dessen Schwere 1270 Pfund Russischen Gewichtes beträgt; das Uebrige findet sich in den verschiedensten Mineralien-Sammlungen von Europa vertheilt. — An diese Thatsache reihet sich noch eine andere. In der Gegend von Dschalinder, im nördlichen Indien, erhob sich — so berichten Traditionen — eines Tages im Jahre 1621, um die Morgenzeit, von Osten her, heftiges Geräusch, und etwas Helles, wie Blitz, fiel herab. Der Statthalter verordnete Nachgrabungen, und es wurde ein Stück heißen Eisens gefunden. Man vermischte das „Blitzeisen" mit anderem Eisen und fertigte zwei Schwerdter, einen Dolch und ein Messer daraus.

In Afrika wurde an mehreren Orten Meteor-Eisen gefunden, so u. a. auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung eine 171 Pfund wiegende Masse; sie war mit zwei Fuß mächtiger Dammerde bedeckt. Auch mitten in der Afrikanischen Wüste hat man Klumpen von Gediegen-Eisen getroffen.

Digitized by Google

Amerika ist, so scheint es, der Welttheil, welcher das Phänomen besonders häufig aufzuweisen hat. In *Charcas*, in den vereinigten Mexikanischen Staaten, ist, an der Ecke des Kirchhofes, eine Meteor-Eisen-Masse von ungefähr 900 Pfund Schwere als Rad-Abweiser aufgestellt. Sie hat viele rundliche Höhlungen, und durch Luft und Regen wurde ihre natürliche Farbe sehr verändert. Eine ähnliche Masse bewahrt man in der Kirche bei *Catorce*. Unfern *Xiquipilco*, nordwärts *Toluca*, liegt Gediegen-Eisen, in einzelnen Stücken zerstreut, auf den Feldern, und in der *Sierra blanca* (im weißen Gebirge), nicht weit von *Villa nueva de Huaxaquilla*, wurden mehrere Eisen-Klumpen von 300 Pfund Schwere getroffen. — In der *Atacama*-Wüste, die sich in Chili von der Peruanischen Grenze bis *Copiapo* erstreckt, kommen große, schlackenförmige Meteor-Eisen-Trümmer vor, über einen weit ausgedehnten Flächen-Raum zerstreut. Die Trümmer sind mit glasartigem Ueberzuge versehen, und scheinen Schmelzung erlitten zu haben. Sie enthalten, gleich dem Pallas'schen Eisen, Olivin-Körner. Die Ureinwohner glauben, es seyen jene Massen bei einer Explosion aus der Erde geworfen worden. — In der Provinz *Choco* will man eine Meteor-Masse von 30,000 Pfund Gewicht gefunden haben. — In Columbien sind mehrere, für meteorisch gehaltene, Eisen-Massen bekannt. Eine wurde im Jahr 1810 auf dem Hügel von *Tocavita* entdeckt. Sie war meist unter der Erde; nur einzelne Spitzen ragten einige Zoll weit hervor. Man bewahrte dieselbe längere Jahre bei der Municipalität, und später diente sie einem Schmiede zum Ambos. — In Brasilien wurde 1784 sehr zufällig ein Meteor-Eisen-Block von 17,300 Pfund Gewicht entdeckt. Er lag auf einer, mit zersetztem Granit gemengten, Erdschichte, unter welcher unmittelbar fester Granit ansteht. Man versuchte, den Block, der zuerst für Silber galt, auf einem niedrigen Karren fortzuschaffen, kam jedoch

Digitized by Google

nicht weit damit, und die Masse soll heutigen Tages noch auf dem zusammengebrochenen Fuhrwerke liegen. Viele hervorragende Zacken wurden nach und nach durch Handwerker abgeschlagen, welche das Eisen ganz vorzüglich gut befanden.

Von nicht wenigen, noch vorhandenen, Gediegen-Eisen-Massen sind die Gegenden, wo solche entdeckt worden, zweifelhaft, oder die Nachrichten über deren Gestalt und Beschaffenheit unbefriedigend. Reisende, die sie an Ort und Stelle sahen, konnten, aus Mangel an Werkzeugen nichts abschlagen, so daß kein wissenschaftliches Urtheil zu erlangen war. Andere Massen erregten Zweifel, hinsichtlich ihres meteorischen Ursprunges. Zwar wurden sie in Gegenden getroffen, wo, so viel man weiß, niemals Eisenwerke gewesen; aber dennoch schien Alles dafür zu sprechen, daß sie Erzeugnisse künstlicher Schmelzungen, Hütten-Produkte seyen. Dagegen erhielten wir über die Natur gewisser Massen, von deren Fall keine historische Nachricht spricht, und die selbst in anderer Beziehung Zweifel aufkommen ließen, durch chemische Untersuchungen genügende Belehrung; ihre Bestandtheile wurden mit denen entschiedener Meteor-Massen übereinstimmend befunden. Dieß ist namentlich der Fall bei dem 1829 unweit des Schlosses Bohumilitz in Böhmen auf einem Acker gefundenen Eisen-Klumpen, und bei dem so bekannten „verwünschten Burggrafen. Was letztere Masse betrifft, so wurde dieselbe seit undenklichen Jahren auf dem Rathhause der Stadt Elbogen bewahrt. Ihr Herabstürzen muß beobachtet worden seyn und Veranlassung gegeben haben, sie in Sicherheit zu bringen. Die Benennung, womit das Volk die Masse bezeichnet, dürfte darauf hinweisen, daß das Niederfallen während des nicht langen Zeitraums statt fand, in welchem Elbogen von Burggrafen regiert wurde, d. i. gegen Ende des vierzehnten oder zu Anfang des fünfzehnten Jahrhunderts.

Digitized by Google

Zum Schluſſe will ich endlich des angeblich „aus der Luft herabgeſtürzten Ankers“ erwähnen, welcher in der Kirche zu Kloena auf Island gezeigt wird; vielleicht hat man den Anker aus niedergefallenem Meteor-Eiſen geſchmiedet.

Ich verweilte etwas lange bei dieſen wunderbaren Natur-Ereigniſſen; aber ich hoffe entſchuldigt zu werden durch das Intereſſe, welches der Gegenſtand mit ſich verbindet. Für jezt füge ich nur die Bemerkung bei, daß man den Urſprung des meteoriſchen Gediegen-Eiſens auf ähnliche Weiſe zu erklären ſucht, wie die Entſtehung der Aerolithen, wovon ſpäter ausführlich gehandelt werden ſoll.

Was den Antheil des Eiſens an der Zuſammenſetzung unſerer feſten Erdrinde betrifft, ſo iſt dieſer ſehr bedeutend. Sie werden demnächſt die Ueberzeugung gewinnen, daß man, ohne zu übertreiben, behaupten kann: Eiſen mache von jener Rinde ungefähr zwei Hunderttheile aus; denn es gibt wenige Mineralien, die nicht Eiſen enthalten, wenn es auch nur als Färbeſtoff darin vorhanden wäre. Und bei ſolchem Anſchlage kommt bloß der Eiſen-Gehalt verſchiedener Felsarten in Betrachtung, nicht die mannigfaltigen Eiſenerze — Verbindungen des Metalls mit Sauerſtoff, mit Schwefel, mit Thon- oder Kieſelerde, und mit anderen Subſtanzen — welche nicht ſelten ſehr weit erſtreckte Lager und Gänge ausmachen. Auch das Waſſer gar mancher Flüſſe und Ströme iſt nicht frei von Eiſen, und in vielen Quellen findet ſich daſſelbe in größerer Quantität. Es muß dieſe Einrichtung der Natur als eine höchſt wohlthätige erkannt werden; denn Eiſen, das ſo allgemein verbreitete Metall, iſt zugleich das einzige unſchädliche, deſſen Wirkungen das organiſche Leben nicht zu fürchten hat.

Auf nicht wenige Felsarten übt das, mit Sauerſtoff in gewiſſem Verhältniſſe verbundene, Eiſen, als unmittelbare und ſehr thätige Urſache zerſtörend ein. Es bedingt die Zerſetzung und

Digitized by Google

die allmälige gänzliche Auflösung der Gesteine. In andern Fällen spielt das Eisen beim Festwerden, beim Erhärten mineralischer Massen, eine große und wichtige Rolle, indem ihm, bei verändertem Mischungs-Verhältnisse, eine starke, bindende Kraft verliehen ist. So wandeln, um vorläufig nur eines Beispieles zu gedenken, Eisen-haltige Einseihungen manche erdige, lockere, mit Sand gemengte Kalksteine, nach Verlauf weniger Jahre zu festen Massen um. Es steht sonach dem Eisen, in geologischer Beziehung, eine lösende und eine bindende Kraft zu.

Das Eisen wird aus seinen Erzen erhalten, die meist leicht zu erkennen, nicht schwer zu finden, und nicht so tief verborgen sind im Innern der Planeten-Rinde, wie gar manche andere metallische Erzeugnisse; aber die Schmelz-Processe gehören zu den schwierigern. Eisenerze, mit der gehörigen Kohlen-Menge in Fluß gebracht, liefern ein sprödes Metall, das noch mehrmals der Feuer-Einwirkung ausgesetzt werden muß, um es dehnbarer zu machen.

Unter den Metallen ist Eisen, wie gesagt, dasjenige, welches die Weisheit der Schöpfung in reicherem Maße, als irgend ein anderes uns verliehen hat; es ist das Eisen, welches in Gewerben und Künsten, zur Sicherheit, Bequemlichkeit und zum Luxus am allgemeinsten und mannigfaltigsten angewendet wird. Wenn Gold und Silber, durch größere Seltenheit, durch den Glanz, welcher sie auszeichnet, auch durch ihre geringere Zerstörbarkeit, dem Eisen den Vorrang abgewinnen, so müssen die wesentlichen Dienste des letztern Metalls ihm in den Augen Verständiger eine um so höhere Achtung verschaffen. Die Geschichte aller Völker lehrt zur Genüge die Unentbehrlichkeit und hohe Wichtigkeit des Eisens. Schon Moses spricht von eisernen Messern und Waffen; Eisen hilft zahlreichen Bedürfnissen ab, und verschafft den Menschen Genüsse, die ihnen außerdem unbekannt geblieben seyn würden. Ohne Eisen bestände kein Feldbau, die Erde würde der

Digitized by Google

Pflugschar nicht gehorchen, welche sie durchschneidet; ohne Eisen gäbe es keine Kunst; der Mensch wäre im Wildheits-Zustande verblieben und sich genöthigt gesehen haben, den Thieren seine Nahrung im Faust-Kampfe abzugewinnen; mit Eisen lernten wir alle übrigen Metalle bearbeiten, die für uns sonst von geringem Nutzen wären; Eisen allein vermag fast sämmtliche andere Metalle zu ersetzen. Und in neuern Jahren hat der Gebrauch des Eisens weit größere Ausdehnung erhalten. In vielen Fällen vertritt es gegenwärtig die Stelle von Holz und von Mauerwerk. In Liverpool wurde eine Kirche erbaut, deren Pfeiler, Decke, Thüren, Kanzel, so wie sämmtliche architektonische Zierrathen aus Eisen gegossen sind. In Wahrheit, die Geschichte des Eisens ist die Geschichte der Humanität. Welche Fortschritte vom Augenblicke an, wo das erste Pflugeisen die Erde öffnete, bis zu der, vielleicht nicht fernen, Zeit, in welcher Nationen, durch die größten Weiten von einander geschieden, sich durch Eisenstraßen verbunden sehen werden! Von welchem andern Metall ist zu behaupten, daß sein Werth durch Kunstfleiß um das Sechszigtausendfache des ursprünglichen Preises gesteigert werden könne? — Auch rohe Völker, die kein Eisen in ihren heimathlichen Landen finden, die es nicht zu schmelzen, nicht zu verarbeiten wissen, würdigen seinen hohen Werth. Wenn Schiffe auf Entdeckungs-Reisen unbekannte Inseln erreichen, so sind Beile, Nägel und andre Eisen-Geräthschaften die Gegenstände, welche unter den Erzeugnissen einer fremden Hemisphäre, bei den erstaunten Eingebornen sogleich die sehnsüchtigsten Wünsche rege machen. Mit freudiger Gier tauschen solche Nationen, bei aller Beschränktheit ihrer Kenntnisse und Ansichten, Eisen gegen Gold und Diamanten ein. Le Vaillant berichtet, daß die Bewohner des innern Afrika's, trotz ihrer großen Putzliebe, Spiegel, Glas-Korallen, Zierrathen aus Kupfer gearbeitet u. dgl. weniger achteten, als

Digitized by Google

Eisen; für einen Nagel gaben sie gern ein Schwein, selbst einen Ochsen, und für das Eisen eines Wagenrades, wurden ganze Heerden geboten. Nach Vancouvers Erzählung, kannten die Neu-Seeländer Gebrauch und Werth des Eisens sehr gut; selbst mit einiger Gewalt nahmen sie Reisenden Eisenwaaren aus den Händen und brachten dafür mancherlei Gegenstände als Geschenke. — Nicht ohne hohe Bedeutung trägt der merkwürdige Siberische Eisenberg Blagodat — was so viel sagen will, als Segen oder Wohlthat — seinen Namen. Dieß ergibt sich aus dem interessanten Vergleich, welchen A. Ermann zwischen der Eisen-Gewinnung im Ural-Gebirge, dem Verbrauche des Metalls, im Verhältniß zur Bevölkerung Rußlands, und zwischen der Abnahme jener Erz-Lagerstätte, während eines Jahrhunderts, anstellt. „Man bereitet im Ural jährlich 7,400,000 Pud, oder 26,800,000 Berliner Pfund, Eisen. Von dieser ungeheuern Menge werden vier Siebentheile den Bewohnern des Europäischen Rußlands zu Theil, während man zwei Siebentheile nach Osten hin ins Russische Asien verführt, und ein Siebentheil in die südwestlich von da liegenden Nachbar-Reiche. Die Gesammt-Bevölkerung Rußlands, mit Einschluß der südlichen Grenzlande, dürfte nicht über 70 Millionen Menschen betragen; diese verbrauchen im Jahre die erwähnte Metall-Menge; und so sieht man, nicht ohne Befremden, daß in jenem Erdtheil ein Mensch jährlich im Durchschnitte etwas über vier Pfund Eisen nöthig hat. Das Eisen, welches jährlich vom Ural-Gebirge aus durch die genannten Lande sich verbreitet, würde, zu einer Masse vereinigt gedacht, eine Kugel von nicht mehr als 47 Fuß Durchmesser bilden; und wenn man auch den Verbrauch an Erzen auf das Fünffache des erzeugten Eisens rechnet, so besteht die, während hundert Jahren durch Menschenhände erfolgte, Verkleinerung der Eisenerz-Lager des Urals nur in einem kugelförmigen Stücke von 380 Fuß Durchmesser. Von dieser

Digitized by Google

Seite betrachtet, erscheint die Summe eines hundertjährigen Bedarfs wieder mit gewohnter Kleinheit aller Menschenwerke; sie erreicht bei weitem nicht einmal den Umfang der isolirten Erzmasse des Blagodat, wie diese über die umgebende Ebene bei Kuschwa sich erhebt. Jahrhunderte können vergehen, ehe man genöthigt wird, von den, jezt eröffneten, Erz-Anbrüchen des Ural mehr als die hervorragenden Theile anzurühren."

Obwohl zahllose historische Thatsachen beweisen, daß die Alten die Kunst nicht verstanden, Eisen in der Art zu behandeln, wie neuere Völker, so suchen dennoch chemische Geschichtforscher die Wiege ihres Wissens in frühester Weltzeit, bei den ersten Eisenschmieden. Indien verdient in dieser Hinsicht besondere Beachtung. Zwar hat die Scheidekunst, als Wissenschaft, keine große Fortschritte bei den Indiern gemacht; aber es ist sehr wahrscheinlich, daß Erfahrung, verbunden mit örtlichen Verhältnissen, sie einige uns noch unbekannte Processe gelehrt habe, aus denen wir den wesentlichsten Nutzen schöpfen könnten. So ist u. a. ihr Eisen das geschmeidigste; sie schmelzen es mit großer Leichtigkeit und können in Eisen-Geräthschaften entstandene Löcher sehr vollkommen ausbessern.

Manche von Ihnen wünschen vielleicht zu hören, was Stahl sey, und hier ist die schicklichste Gelegenheit, einige Worte darüber beizufügen; umständliche Entwickelungen wären gegen unsere Absichten.

Stahl besteht aus Eisen und dem Ihnen bekannten Kohlenstoff (S. 117). Man erhält Stahl, wenn Eisen in der Weißglühe-Hitze mit Kohlen zusammengeschmolzen wird; oder auch bei bloßem längerem Rothglühen des, mit Kohlenpulver ganz umgebenen, Eisens. Guyton-Morveau — ein Name, den die Geschichte der Scheidekunst mit hoher Achtung nennt — stellte einen, für Stahlbereitung und in anderer Hinsicht, sehr

Digitized by Google

interessanten Versuch an. Er brachte einen Diamant in die Höhlung eines Stückes zähen Eisens, und setzte dieses sehr beträchtlichen Hitze-Graden aus: der Diamant verschwand, das Eisen seiner nächsten Umgebung wurde zu Stahl umgewandelt. Daraus ergibt sich der Beweis, daß es keine gewöhnliche, fremdartige Bestandtheile enthaltende, Kohle, sondern reiner Kohlenstoff ist, der mit Eisen zur Stahl-Bildung zusammentritt. — Dem Eisen verglichen, ist Stahl weißer von Farbe. Hat man ihn gehärtet, d. h. schnell in Wasser abgekühlt, so zeigt er sich bei weitem elastischer und spröder, als Eisen, und dieß um so mehr, je größer sein Kohlenstoff-Gehalt. Guter Stahl ist dehnbarer, als Eisen. Es lassen sich daraus feinere Drähte ziehen, wie aus andern Metallen, die edlen ausgenommen. Während, wie Ihnen bekannt, ein Eisendraht vom zehnten Theile eines Zolles im Durchmesser, ohne zu zerreißen, nur ein Gewicht von 450 Pfund zu tragen vermag, trägt ein Draht aus gehärtetem Stahle von gleicher Stärke beinahe 900 Pfund. Stahl rostet weniger leicht, als Eisen, und läßt sich mit vielen Metallen zusammenschmelzen. — Die Alten wußten, daß Eisen durch Abkühlen in Flüssigkeiten gehärtet wird; allein was die Umwandelung des Metalles zu Stahl betrifft, so fragt es sich: ob sie diese gekannt, oder im Besitze eines Metall-Gemisches waren, härter als unser Stahl, oder ob denselben eine, nun verlorene Methode eigen gewesen, gewisse Metalle zu härten. Von manchen erstaunenswürdigen alterthümlichen Denkmalen Aegyptens und Italiens ist die Masse Porphyr oder Granit. Sie sind mit ausgehauenen Figuren aller Art verziert. Die Sculptur-Arbeiten weisen auf Geräthschaften, auf Werkzeuge hin, fähig, Gesteine von solcher Härte zu bearbeiten. Und nicht minder auffallend und merkwürdig, ist, was *Fra Paolino da San Bartolomeo*, der Missionär, in seiner Reise nach Ostindien erzählt. Zwischen Covalam und Sadras,

Digitized by Google

am Meeresufer, sah er das Meisterwerk alt Indischer Baukunst, sieben Tempel in Felsen vom härtesten Gestein ausgehauen. Die Wände des Einganges sind verziert mit Gestalten verschiedener heiliger Thiere in natürlicher Größe, unter andern selbst Elephanten, ganze mächtige Gebirge tragend. Die schwarze Oberfläche zeigte deutlich genug, daß man kein modernes Kunstwerk vor sich habe; Jahrhunderte gehörten dazu, ehe dieser Gang, und alle Tempel und Thiere, mit Meißeln in Fels gehauen, unter einem heitern, trocknen, milden Himmel, wie der Indische, von solcher schwarzen Rinde bedeckt werden konnten. Zu den Tempeln selbst führen Stufen und Gänge, großen gewölbten Grotten ähnlich, und so angelegt, daß immer eine von der andern durch eine Felswand geschieden ist. Alle Tempel sind in Fels gehauen, und ruhen auf Säulen von eben dem Gestein. — Den Ursprung der Eisen-Arbeiten dürften wir demnach in Indien zu suchen haben.

Auch Mangan nannte ich Ihnen unter den geologisch wichtigen Grundstoffen. Es steht dieses Metall, in der Allgemeinheit seiner Verbreitung, dem Eisen wenig nach, aber es wird dasselbe meist in geringen Mengen getroffen. In sehr vielen Felsarten findet sich übrigens Mangan, wenn auch nur in Spuren, und gar oft macht es den färbenden Stoff von Mineralkörpern aus. — Durch künstliche Processe in seinem metallischen Wesen dargestellt, erscheint das Mangan — der ehemals sogenannte Braunstein — graulichweiß, glänzend, sehr spröde, leicht zersprengbar und äußerst strengflüssig. Rein, als Element, kommt das Mangan in der Natur nicht vor, sondern stets andern Substanzen beigemischt, Verbindungen bildend, die wir später kennen lernen werden. Besonders zum Sauerstoff hat das Metall, gleich dem Eisen, große Verwandtschaft. Gewisse Manganerze sind den Chemikern vorzüglich wichtig, indem sie, wie wir hörten, Sauerstoff-Gas daraus bereiten. Ferner dienen jene Erze auf

Digitized by Google

Glashütten, zur Töpfer-Glasur, zum Malen auf Porzellan und Fajence u. s. w.

Alle übrigen metallischen Grundstoffe sind, fassen wir die Massen der Gesteine ins Auge, von geringer geologischer Bedeutung; sie nehmen an Zusammensetzung der festen Erdrinde wenigen oder keinen Antheil. Die meisten kommen auf abgeschiedenen Räumen vor, sie erfüllen Spalten, welche man Gänge nennt; oder es bilden dieselben Lagen zwischen Fels-Bänken und Schichten. Betrachten wir jedoch diese Metalle und ihre Erze in Beziehung auf ihr Erscheinen in solchen Gängen oder Lagen, und alle damit verbundenen Phänomene, so gewähren sie hohes geologisches Interesse. Für jezt dürfte bei denjenigen Metallen einige Augenblicke zu verweilen seyn, welche gediegen vorkommen. Es gehören dahin: Gold, Silber, Kupfer, Quecksilber, Blei, Arsenik, Antimon, Wismuth, Tellur, Platin, Osmium, Iridium und Palladium.

Ehe ich die wesentlichsten Eigenschaften dieser Metalle schildere, und die Art ihres Erscheinens, will ich Sie auf manche besondere Auszeichnungen aufmerksam machen, welche mehreren jener Körper, wie wir solche in der Natur finden, verliehen sind. Als solche betrachte ich, namentlich bei Gold, Silber und Kupfer, gewisse eigenthümliche Formen, in denen andere Mineralien nicht, oder nur selten auftreten, wie u. a. das Zähnige, Moos- und Baum-Aehnliche, das Draht- und Haarförmige, die Platten und Bleche, die flockigen, zackigen, oder gekräuselten Blätter; Gestalten, für welche Werner so bezeichnende Ausdrücke wählte, daß sie jede weitere Erklärung durch Worte überflüssig machen. Regelmäßige Formen, Krystalle, sind dagegen, im Vergleich zu so vielen andern Erzeugnissen des Mineralreiches, gediegenen Metallen bei weitem minder häufig eigen.

Gold, das gebietende unter den Metallen, dürfte zugleich

jenes seyn, welches am frühesten bekannt wurde. Im Suchen nach Gold unterjochten Europäische Abenteurer Indien. — Gold ist einer der dichtesten Körper, und, so viel man weiß, derjenige, welcher Zerstörungen durch äußere Ursachen am wenigsten unterliegt. Gold bleibt unverändert, wenn es auch lange Zeit hindurch dem Einwirken von Luft und Wasser ausgesetzt wird; es lauft von keinem der gewöhnlichen Dämpfe an, und ist dem Rost nicht unterworfen; Säuren greifen Gold nicht an; ein Gemische aus Salpeter- und Salzsäure aber, das sogenannte Königswasser, löst das Metall auf. In der stärksten Hitze eines Glasofens büßten Gold-Massen, während zweier Monate, keinen Gran ihres Gewichtes ein; auch ihrer übrigen Beschaffenheit nach, blieben sie sich so gleich, daß für den schärfsten Beobachter nicht die kleinste Aenderung bemerklich wurde. Setzt man jedoch das Metall den, durch ein Brennglas zusammengedrängten, Sonnenstrahlen aus, so steigt es in Dämpfen auf, und bedeckt sich mit violblauer glasiger Rinde; Silber-Platten, über Gold gehalten, während dieses durch den Brennspiegel stark erhitzt wird, bekleiden sich allmälig mit einem Gold-Ueberzuge. Zum Schmelzen bedarf das Gold etwas stärkerer Hitze, als Silber und Kupfer.

Auf der Unzerstörbarkeit des Metalles beruht seine bekannte Anwendung zum Bedecken anderer Metalle; man vergoldet sie, um ihren Glanz zu erhalten, und dieselben gegen Rosten zu bewahren. Die Dehnbarkeit des Goldes ist so groß, daß eine Unze hinreicht, um einen mehr als 1300 Meilen langen Silberdraht zu übergolden. Schon in früher Zeit verschönerte man auf solche Weise gewisse Gegenstände. Homer's berühmte Gedichte enthalten, aus hohem Alterthume, die Schilderung einer Vergoldung: man belegte die Hörner einer Kuh mit Gold-Blättchen.

Sie Alle kennen den lebhaften Glanz, und die hoch goldgelbe Farbe des Metalles; letztere ist von solcher Schöne und Reinheit,

Digitized by Google

wie sie bei keinem andern Mineral sich wieder findet. Manches Gold ist indessen auch messinggelb gefärbt, oder neigt sich zum lichte Grauen. Von seinen ausgezeichneten Gestalten war bereits die Rede. Das Vorkommen des Goldes in Geschieben, in abgerundeten Stücken und in Körnern, so wie die eigenthümliche Gewinnungs-Weise desselben durch Graben, Waschen und Fischen werden wir später kennen lernen. Im sogenannten aufgeschwemmten Lande, im Diluvial-Boden, und an Flußufern, wird die beträchtlichste Gold-Menge getroffen. Das südliche Ural-Gebirge ist besonders ausgezeichnet durch die großen Gold-Geschiebe, welche es liefert. In den Jahren 1824 bis 1826 wurden, nach und nach, auf engem Raume zehn solcher Geschiebe gefunden, die zusammen 199½ Mark wogen; eines darunter hatte allein eine Schwere von 43¼ Mark. Unter Umständen, wie diese, dürfte es zuerst die Aufmerksamkeit der Menschen rege gemacht haben. Durch Farbe, Glanz und große Schwere — Gold wiegt neunzehnmal mehr als Wasser — mußte das Metall auffallen. Dazu kam, daß dasselbe sich, ohne sonderliche Mühe, ohne künstliche Geräthschaften, ohne gegossen zu werden, in vielartige Formen bringen läßt. „Gold schmiegt sich dem menschlichen Körper an, und wird dadurch dessen erster natürlicher Zierrath.“ Wilde Völker trugen schon in alter Zeit Goldschmuck in der Nase; sie hatten Armbänder, Fuß-Ringe und Spangen von lauterem Gold, und hingen Gold-Bleche an Baumwollen-Faden um den Hals. Columbus brachte als Siegeszeichen Halsketten, Amulete und Kronen, auch mit Gold gestickte Kleider, nach Spanien; sie waren von Fürsten der reichen Küsten Asiens, von Beherrschern der Inseln Indischer Meere, gewonnen worden. Den Bewohnern der „*Costa rica*“ diente das Metall bei vielen häuslichen Einrichtungen, selbst zur Verzierung und zu Beschlägen von Tischen und Sitzen.

Digitized by Google

Ein neuerer Reisender, Edw. Bowdich, erzählt, daß der Thron des Königs von Ashantee, an der Goldküste von Oberguinea, ganz in Gold gefaßt, unter einem glänzenden Sonnenschirm stehe, der mit Trommeln, Hörnern und andern musikalischen Instrumenten, sämmtlich aus Gold gearbeitet, verziert sey; große Gold-Ringe hängen an Streifen Scharlachtuch von den Staatssäbeln herab, deren Scheiden und Griffe in Gold gefaßt sind; Beile von Gold glänzen dazwischen, und die Brust der *Okraks* und anderer vornehmen Begleiter des Königs sieht man mit großen Sternen, mit Thronen, halben Monden, und Filigran-Ringen vom reinsten Golde geschmückt.

Auch mitten im festen Gestein sind hin und wieder sehr reiche Gold-Schätze verborgen. Vor ungefähr vierzig Jahren stürzte in Paraguay, aus der Höhe eines der erhabensten Berge, ein gewaltiges Felsstück herunter, und Gold-Massen von 1 bis 50 Pfund Schwere wurden herausgehauen.

Vererzt, wie die meisten andern Metalle, wird Gold nicht gefunden; wohl aber ist dasselbe manchen Silber-, Kupfer-, Eisen- und Bleierzen in geringer Menge beigemischt.

Die wichtigste Anwendung des Goldes ist, wie bekannt, als Münze. Zu diesem Behufe wird dasselbe mit Silber oder mit Kupfer versetzt; denn im reinsten Zustande eignet sich unser Metall nicht in dem Grade für solche und für andere Zwecke. Ein Gemische von Gold mit sehr wenigem Kupfer, hat weit mehr Härte als reines Gold; das *Electrum* der Alten bestand aus Gold und Silber. — Schon vor Erfindung der Kunst: Gold zu schlagen und zu prägen, diente der Sand des Metalles und seine Körner als Ausgleichungs-Mittel im Handel. In gewissen Gegenden von China hielt man Gold, vor nicht langen Jahren noch, durchgängig für eine Waare, und prägte dasselbe eben so wenig, wie Silber, zu Geld; beide Metalle goß man in Stücke von

Digitized by Google

gewiſſer Schwere, und wollten ſich die Chineſen derſelben an Zahlungsſtatt bedienen, ſo wurde das gegoſſene Stück Gold oder Silber ins Feuer gelegt, um die Feinheit zu probiren, und alsdann mit beſonderen Scheeren in ſo viele Stücke geſchnitten, wie die Summe der zu leiſtenden Zahlung betrug. In manchen Gegenden von Chile ſetzte man, wenn es an Gold-Münzen fehlte, ganze Klumpen Gediegen-Silbers ungewogen auf Spielkarten. Ferner gibt Gold eine der fruchtbarſten Quellen menſchlichen Kunſtfleißes. Aus Gold fertigt man die vielartigſten Schmuck-Waaren; Gold dient zum Faſſen der Edelſteine, und erhöht zugleich das Lebhafte ihrer Farben und das Feuer ihres Glanzes.

Ehe ich Ihre Aufmerkſamkeit dem Silber zuwende, wird es nicht unpaſſend ſeyn, einige Worte über die *geographiſche Vertheilung edler Metalle* einzuſchalten. Es erſtreckt ſich dieſe durch gewiſſe Gegenden der vier Welttheile, und Gold und Silber werden von den vielartigſten andern Mineralien begleitet. Wärmere Erdſtriche lieferten, vor Entdeckung der ergiebigen Ablagerungen am Ural das meiſte Gold. Die Nachrichten von unermeßlichen Reichthümern, wie ſolche häufig in alten Schriften zu leſen ſind, die Schilderungen großer Statuen, aus Gold gefertigt, ſcheinen keineswegs erdichtet. Vordem fand ſich Gold in Menge, und in großen Maſſen in Süd-Amerika. *Alexander von Humboldt* und W. L. von *Eſchwege* verdanken wir höchſt intereſſante Nachrichten über die Goldmengen, welche in den Spaniſchen Kolonien und in Braſilien ausgebeutet worden. Jene Kolonien haben, ſeit ihrer Entdeckung und bis 1803, in einem Zeitraume von 311 Jahren, 3,625,000 Mark Gold geliefert, und während dieſer Friſt war die Gold-Produktion in Braſilien wenigſtens zweimal ſo groß, als jene des Spaniſchen Amerika; mit einiger Wahrſcheinlichkeit kann ſolche zu 6,300,000 Mark angeſchlagen werden. Allein in neuerer Zeit hat die Gold-Gewinnung

Digitized by Google

in Amerika mehr und mehr abgenommen. So gab z. B. Guanaxuato im Jahre 1818 nur 401 Mark, während 1805 die Ausbeute 2495 Mark betragen hatte. Dagegen gewann man im Ruſſiſchen Reiche, ſeit die Gold-Lagerſtätten aufgefunden worden, jährlich etwas über 22,000 Mark Gold, deren Werth ungefähr 4,900,000 Thaler Preuſſiſch gleichzuſetzen iſt. — Die reichſten Silber-Ablagerungen finden ſich in höhern Breiten, in erhabenern Gebirgs-Gegenden. Einige berühmte Silber-Bergwerke, — Kongsberg in Norwegen, Sala in Schweden — liegen nicht fern von den Polar-Gegenden. Auch in wärmeren Klimaten erſcheint Silber häufig in der Nähe erhabener Berg-Gipfel, die nicht ſelten zu jenen gehören, welche ewiger Schnee bedeckt. In bedeutender Menge kommt Silber übrigens nur in wenigen Ländern vor, obwohl es bei weitem mehr verbreitet iſt, als Gold. Sachſen liefert ungefähr den vierten Theil allen Silbers, welches in Europa gewonnen wird. Im XVIII. Jahrhundert betrug die Ausbeute des Sächſiſchen Bergbaues 3,514,098 Mark fein Silber, und im XIX. Jahrhundert gaben die erſten zweiunddreißig Jahre allein 1,809,569 Mark. Aus dem Ertrage der Schemnitzer Gruben in Ungarn wurden von 1744 bis 1773 über drei Millionen Gold- und Silber-Münzen geprägt. Die Ruſſiſche Silber-Produktion beträgt im Jahre gegen 77,000 Mark, im Werth von ungefähr 1,000,000 Thaler. Die Silber-Ausbeute der Spaniſchen Kolonien in Amerika iſt, von deren Entdeckung bis 1803, auf 512,700,000 Mark anzuſchlagen. Um Coquimbo in Chile, eine Gegend, deren Silber-Reichthum, wie wir früher hörten, erſt ſeit 1832 bekannt geworden, gewann man innerhalb weniger Tage, aus den Geröllen allein 8000 Mark Gediegen-Silbers. Ein Engländer fand Gelegenheit, einen Silber-Klumpen um den Preis von 200 Thalern zu kaufen, deſſen Werth ſich ſpäter um das Fünffache höher erwies. — Das Silber, welches man ſeit drei Jahrhunderten, im

Digitized by Google

neuen Kontinente dem Schooße der Erde entzogen, würde, von allen Beimiſchungen gereinigt und zuſammengeſchmolzen, eine Silber-Kugel von 63 Pariſer Fuß im Durchmeſſer geben. Aber auch die Silber-Gewinnung hat in der neuen Welt ſehr abgenommen. In Guanaxuato ſank die Produktion, welche 1804 nicht weniger als 755,861 Mark betragen hatte, im Jahre 1818 bis auf 401 Mark. — Auffallend iſt das Mißverhältniß, in welchem nicht ſelten die Menge unterirdiſcher Schätze zur Fruchtbarkeit des Bodens ſteht. Die Umgebungen der, an Silbererzen ſo vorzüglich reichen, Bergwerke von *Huantajaya* in Süd-Peru gehören zu den wildeſten und ödeſten. In der Chileniſchen Provinz *Copiapo* fehlt es an allen Bergbau-Bedürfniſſen. Daher der, im ganzen ſüdlichen Amerika ſo feſte, Volksglaube: Landſtriche, in denen metalliſche Subſtanzen, beſonders Silbererze ſich finden, müßten nothwendig unfruchtbar ſeyn. Poeppig und Meyen erwähnen in ihren ſchätzbaren Reiſe-Berichten, mancher denkwürdigen, hieher gehörenden Thatſachen.

Nicht ohne beſonderes Intereſſe ſieht man, wie durch natürliche Urſachen, durch größere Handels-Thätigkeit der Nationen, durch geſteigerten Luxus, das Bedürfniß edler Metalle ſtets vermehrt worden. Dieſen natürlichen Urſachen geſellte ſich, ſeit den letzten abgelaufenen zwei Jahrhunderten, noch eine außerordentliche bei, nämlich das Bedürfniß, welches viele Regierungen ziemlich gleichzeitig hatten, von ihnen ausgegebene Staatspapiere zurückzukaufen. Für die Mächte Europa's allein war eine Summe von 464¼ Millionen Thaler erforderlich. Und dazu kommt die beträchtliche Zunahme des Gold- und Silber-Verbrauchs zur Verfertigung von Geräthſchaften jeder Art, von Uhren u. ſ. w. In Paris allein werden jährlich für 14,553,000 Franken Gold und Silber verarbeitet; das Bedürfniß für ganz Europa läßt ſich auf mehr als 120 Millionen im Jahre anſchlagen.

Digitized by Google

Zwischen Silber und Gold haben, was äußerliche Merkmale betrifft, ungemein viele Uebereinstimmungen statt. Beiden Substanzen sind, wenn sie im Zustande der Gediegenheit auftreten, die uns bekannten Formen eigen. Einige Orte des Sächsischen Erzgebirges, zumal aber Kongsberg in Norwegen, haben die zierlichsten drahtförmigen und zähnigen Gestalten geliefert. Langen, gewundenen und gebogenen, in einander gewickelten und unter einander gewirrten Drähten, sind dicke, oft mehrmals gekrümmte, Zähne verbunden, und die Drähte erscheinen nicht selten mit den schönsten Würfeln, gleichfalls von Gediegen-Silber besetzt. Die Figuren 3, 4 und 5 auf Taf. VI, nach Musterstücken meiner Sammlung dargestellt, sind besser geeignet, als Worte, Ihnen diese Verhältnisse anschaulich zu machen. Baumförmig (Fig. 6) wurde das Metall ehedem besonders ausgezeichnet im Fürstenbergischen gefunden. Ferner trifft man Gediegen-Silber in beträchtlich großen, regellos gestalteten Massen, in Klumpen mit gerundeten Umrissen. Solche Massen fanden sich, da Silber-Gänge nicht selten zu Tag ausgehen, so daß man nicht tief darnach zu graben brauchte. Im südlichen Amerika kamen sie oft, wenn die Torf-Decke abgeräumt wurde, den Gras-Wurzeln anhängend vor. Sie hatten ganz das Aussehen, als wäre geschmolzenes Metall über weichen Thon geflossen; dieser Umstand veranlaßte vielleicht die ersten Schmelz-Versuche mit dem Metall. — Zu Schneeberg in Sachsen wurde im fünfzehnten Jahrhundert eine reiche Silber-Ader entdeckt, und ein so gewaltiger Block Gediegen-Silbers herausgehauen, daß Herzog Albert, der in die Grube hinabgestiegen war, sich des Blockes, statt einer Tafel, bediente, um unter Tag daran zu speisen. Beim Ausschmelzen lieferte die Masse 40,000 Pfund reines Silber. Vor wenigen Jahren förderte man zu Kongsberg eine Masse Gediegen-Silbers, die $7\frac{1}{2}$ Centner wog. — In Körnern, in abgerollten Stücken zerstreut,

Digitized by Google

auf Ebenen und zwischen aufgeschwemmtem Lande, oder als Sand an Flußufern, kommt Silber nicht vor. Dagegen erscheint es auf mannigfaltige Weise andern Metallen verbunden, durch verschiedenartige Substanzen vererzt, auch im Gemische mit Erzen anderer Metalle. Namentlich enthalten viele Blei-Minern Silber in größern und geringern Mengen. Die Irländische Grafschaft Antrim besitzt so reiche Bleie, daß, wie behauptet wird, aus dreißig Pfund Erz ein Pfund Silber zu erhalten ist.

Das vollkommenste Silberweiß ist Charakter-Farbe, und von allen Metallen hat Silber, durch Kunst polirt, den höchsten Glanz; nur der Stahl übertrifft es in dieser Hinsicht. Vor Erfindung des Glases waren Spiegel von Silber sehr allgemein. Wie die Natur das Silber liefert, zeigt es im Innern stets geringe Grade des Glanzes; der äußere Glanz richtet sich nach den Gestalten, in welchen das Mineral auftritt, bei Krystallen ist er am lebhaftesten.

Unter den übrigen Merkmalen des Silbers verdienen unsere Beachtung: Schwere, Klang, mäßige Härte aber außerordentliche Streckbarkeit und Hämmerbarkeit. Letztere Eigenthümlichkeiten sind Ihnen aus dem vorhin darüber Gesagten bereits bekannt. Hinsichtlich der Schwere will ich bemerken, daß Silber zehn und einhalbmal mehr wiegt, als Wasser, und was seinen hellen Klang betrifft, so rühmte man schon im Jahre 812 eine, aus unserm Metall gegossene, Glocke wegen ihres „Silbertones." Herzog Wilhelm von Aquitanien ließ solche in der Kirche, des von ihm gestifteten, Klosters Gellone aufhängen. — Durch Luft und Wasser wird Silber, bei gewöhnlicher Temperatur, nicht angegriffen. Das Metall ist, gleich dem Golde, der Verdampfung fähig; allein es erfordert ebenfalls Brennspiegel-Hitze. Sammelt man die weißen Dämpfe auf einer Gold-Platte, so setzt sich Silber in metallischem Zustande an. Eine Unze Silber, welche zwei Monate lang im Glas-Schmelzofen flüssig erhalten wurde,

Digitized by Google

büßte nur den zwölften Theil ihres Gewichtes ein. — Das eigentliche Auflösungs-Mittel des Metalls ist Salpetersäure. Zersetzt man eine solche Auflösung durch einen Ueberschuß von Quecksilber, so wird, vermöge stärkerer Anziehung des letztern Metalls zur Säure, das Silber niedergeschlagen: es vereinigt sich mit einem Theile des Quecksilbers zu büschelweise gruppirten Säulen, und bildet das, was man Dianen-Baum nennt.

Das Silber, welches man ungefähr so lange kennt, wie Gold, dient vorzüglich zu Münzen, zu Verzierungen und Haus-Geräthschaften mannigfacher Art. Gewöhnlich ist das Metall für solche Zwecke, mit Kupfer versetzt; ohne Beimischung würde dasselbe nicht genug Härte haben, um bei häufigem Gebrauche auszudauern. Im Museum der K. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg wird indessen eine Stufe Chinesischen Gediegen-Silbers bewahrt, aus deren Bruchstücken man Münzen schlug, ohne das Metall vorher in Fluß gebracht zu haben. — Um zu prüfen, ob Silber rein sey, braucht man es nur am gewöhnlichen Feuer, oder in einer Licht-Flamme, zu erhitzen: ist es mit andern Metallen versetzt, so wird dasselbe unscheinbar, reinem Silber aber bleibt seine Weiße. — In manchen Gräbern der alten Einwohner Peru's findet man kleine Bild-Werke aus massivem Silber. Die Figuren, ungefähr zwei bis drei Zoll lang, stellen meist sehr verzerrte menschliche Gestalten dar, und scheinen geprägt, seltener aus Gediegen-Silber geschnitten. — Von fast beispielloser Verschwendung zeugt eine Thatsache, welche, da ich von der Geschichte des Silbers rede, nicht übergangen werden darf. Radama, der letzte eingeborne König von Madagaskar, starb in einem Gebäude, welches, wegen der unermeßlichen Menge des kostbaren Metalles, womit dasselbe ausgelegt und verziert war, als „Silber-Palast" bezeichnet wurde. Der Sarg, in dem man die Königliche Leiche beisetzte, acht Fuß lang, drei und einen halben Fuß breit und

Digitized by Google

tief bestand aus Silber-Platten, durch silberne Klammern an einander gefügt; die Arbeit allein kostete 12,000 Spanische Thaler. Ueberdieß wurden 10,000 Dollars in den Silbersarg gelegt, um als Kopfkissen zu dienen. Ferner warf man andere sehr werthvolle Gegenstände in größter Menge ins Grab, namentlich den Kredenz-Tisch mit allem reichen Silber-Geschirr, welches der Verstorbene besessen hatte. Schon bei den Römern war die Prachtliebe so groß, daß, was den Voraltern zu Trink-Gefäßen gedient, an Wagen und Geschirren verschwendet wurde; Nero's Pferde erlagen unter der Silberlast.

Im Vergleich zu Gold und Silber, findet sich Kupfer häufiger. Mehrere Weltgegenden haben das Metall im gediegenen Zustande in Menge aufzuweisen, und seine Erze gehören zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen.

Die Griechen bezeichneten das Eiland Cypern mit dem Namen *Kypros*; dieses Wort leiten einige von der Schönheit des Kupfers her, das auf der Insel gefunden wurde.

Wie alle gediegenen Metalle, so besitzt auch Kupfer ungemeine Auszeichnung. Seine Farbe ist ein schönes, frisches, vollkommenes „Kupferroth." Dem Einwirken von Luft, oder von Feuchtigkeit ausgesetzt, bedeckt sich gediegenes, wie verarbeitetes, reines Kupfer oberflächlich mit grünem Beschlage; ein Beweis beginnender Zersetzung. Alterthums-Forscher wissen diesen grünen Ueberzug an, aus Kupfer gearbeiteten, Gegenständen besonders zu schätzen; es ist ihr *aerugo nobilis*, was so viel sagen will, als edler Rost, der für ein Aechtheits-Zeichen solcher Antiquitäten gilt. — Weitere Haupt-Merkmale des Metalles sind: Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit, Biegsamkeit, und eine Schwere, welche jene des Wassers beinahe um das Neunfache übertrifft. Auch darf ich nicht unterlassen, des zusammenziehenden, eigenthümlichen, Geschmackes zu gedenken. — Kupfer schmilzt erst bei einer, dem Weißglühen

Digitized by Google

nahen, Rothglühe-Hitze. Stärkere Hitze-Grade bringen das geschmolzene Metall zum Sieden und wandeln es in Dämpfe um. Die frühesten Schmelz-Versuche der Urbewohner Siberiens waren auf Ausbringung des Kupfers gerichtet. — In den äußern Gestalten des Gediegen-Kupfers herrscht viel Mannigfaltigkeit. Die Formen sind übrigens im Ganzen die nämlichen, in denen auch Gediegen-Gold und Gediegen-Silber auftreten. Besondere Erwähnung verdienen die, mitunter sehr regelvollen, ästigen und baumförmigen Gebilde, so wie die Platten und Bleche. A. Ermann sah in den Turjinsker Gruben, in Klüften der erzreichen Lagerstätte, breite und 1 Linie dicke Platten von Gediegen-Kupfer, wie künstlich bereitete Bleche eingeklemmt; es scheint außer Zweifel, daß einst das feuerig-flüssige Metall in Spalten und Risse der schon gebildeten Gebirgsart gewaltsam eindrang. — Blöcke und derbe Massen hat man von keinem Metall in solcher Größe erhalten, und in mehreren Ländern sind sie gar nichts Ungewöhnliches. Am Ufer gewisser Ströme in Ober-Canada trifft man Gediegen-Kupfer in Ueberfluß; manche Klumpen haben genau das Aussehen, als wären sie eben durchs Feuer gegangen. Zu den Merkwürdigkeiten gehört der, seit 1782 im Naturalien-Kabinette zu Lissabon aufbewahrte, angeblich in einem Thale unsern Bahia, mit andern Geschieben gefundene, Kupfer-Block. Die Masse hat über drei Pariser Fuß größte Länge; ihre Breite beträgt dritthalb Fuß, und da, wo sie am stärksten, mißt dieselbe 10 Zoll Dicke. Das Gewicht ist 2616 Pfund. Die Oberfläche zeigt sich dunkelroth, hin und wieder mit grünlichen Flecken, uneben und voll flacher Aushöhlungen. — Auch die eckigen und rundlichen Kupfer-Körner, so wie der Kupfer-Sand, sind keineswegs ohne Interesse, besonders wenn man ihre Menge in nicht wenigen Gegenden erwägt. Feiner Kupfer-Sand wird unter andern in Bächen der Brasilianischen Provinz Minas Geraes getroffen.

Digitized by Google

Kupfer gehört unstreitig mit zu den Metallen, welche am frühesten bearbeitet wurden, und bei weitem die größte Menge dürfte in alter Zeit „von der Erd-Oberfläche aufgelesen“ worden seyn. Die Hebräer erhielten ihr Kupfer aus Aegypten. Was die Bearbeitung der Kupfererze betrifft, so schreibt solche Strabo dem Phönicier Cadmus zu. Er kam 1594 vor der christlichen Zeitrechnung nach Griechenland, und eröffnete Kupfer-Gruben in einem der Berge Thraciens. Daß einige Völkerschaften in Nord-Europa Kupfer zu Verfertigung von Waffen benutzten, hat sich bei Eröffnung alter Skandinavischer Gräber ergeben. Schwerdter, Dolche, Messer u. s. w. wurden darin gefunden. Auch scheinen manche Haus-Geräthschaften darzuthun, daß man einst mit Kupfer weniger sparsam gewesen, als mit Eisen. Le Vaillant sah bei allen Horden im innern Afrika Arm- und Halsbänder, auch Ohren-Ringe von Kupfer. Einige dieser Zierrathe waren so gut gearbeitet, so schön polirt, daß sie nur Werke der Europäer, Frucht des Verkehrs mit den Weißen seyn konnten; andere hingegen verriethen durch seltsame Formen, durch das Rohe der Arbeit, daß die Wilden solche verfertigt. Aus des Seefahrers Hearne Reise-Bericht wissen wir, daß heutigen Tages noch die Kupfer-Indianer in das Metall, das Erzeugniß ihres Landes ist, großen Werth setzen, und daß sie solches, Aexte, Messer und einige wenige andere Geräthschaften abgerechnet, zu allen Werkzeugen dem Eisen vorziehen. — In einer Geschichte des Kupfers und seiner Anwendung in alter Zeit, darf übrigens die leichte Zerstörbarkeit des Eisens keineswegs unbeachtet bleiben. Kupfer und seine „Beschickungen,“ das heißt Schmelz-Gemische aus Kupfer und andern Metallen, sind sehr dauerhaft. Wenn Rost die von Griechen und Römern verfertigten Eisen-Geräthschaften und Werkzeuge im Verlaufe langer Zeit zerstörte, während die aus Kupfer gearbeiteten verschont blieben, so zeugen zu viele Stellen Griechischer

Digitized by Google

und Römiſcher Geſchichtſchreiber, Dichter, Redner und Weiſen, daß man Eiſen zu bearbeiten und ihm mannigfaltige Formen zu geben verſtand; die häufigen Schlachten allein, wo Eiſen die Arme der Krieger bewaffnete, gelten als unwiderlegbare Beweiſe.

Der Gebrauch, welchen man gegenwärtig vom Kupfer macht, reihet ſich, was den allgemeinen Nutzen betrifft, zunächſt an jenen des Eiſens. Er dürfte nirgends ausgedehnter ſeyn, als in England; und dennoch ſind nicht zwei Jahrhunderte abgelaufen, daß die Cornwall'ſchen Bergleute Kupfererze, welche ſie in Zinngruben fanden, für werthlos erachteten und auf die Halden warfen. — Ich will bei bekannten Dingen nicht verweilen. Daß Kupfer zum Schlagen geringer Münzen dient, wiſſen Sie. Bis zum Jahre 485, nach Erbauung der Stadt Rom, wo man anfing, Silber zu prägen, war unſer Metall die einzige bräuchliche Münze der Römer. — Beſonders wichtig ſind die Verſetzungen des Kupfers mit andern Metallen. Meſſing beſteht aus Kupfer und Zink; Glockengut und Bronze ſind Legirungen aus Kupfer und Zinn. Im Trojaniſchen Kriege kannte man Waffen aus Bronze; dieſes Metallgemiſche iſt das *Aes* der Alten: reines Kupfer wäre nicht hart genug geweſen, um zu Waffen verarbeitet zu werden. Schwerdter, öfter noch Wehr-Gehänge, wie es ſcheint aus einer Legirung von Kupfer und Zinn beſtehend, wurden in Irland ausgegraben.

Unter den wenigen flüſſigen Mineralkörpern, muß das, ſeit älteſter Zeit bekannte, Queckſilber als ganz beſonders merkwürdig betrachtet werden. Es iſt durch ungemein große Beweglichkeit ausgezeichnet, und theilt ſich leicht in kleine, kugelrunde Tropfen; größere Maſſen nehmen platte Geſtalten an mit rundlich erhabener Oberfläche, wie dieß auch bei andern Metallen der Fall, wenn ſie im geſchmolzenen Zuſtande ſind. Queckſilber zeigt ſich in dem Grade flüchtig, daß man es deſtilliren kann, wie Waſſer.

Digitized by Google

In Dampfform iſt die Elaſticität des Metalles ſo bedeutend, daß die ſtärkſten Gefäße davon zerſprengt werden können. Selbſt bei gewöhnlicher Temperatur verdampft das Metall; noch leichter im luftleeren Raume. So erklären ſich die kleinen, im oberen Theile von Barometer-Röhren dem Glaſe anhängenden, Queckſilber-Kügelchen. Setzt man Queckſilber einer, durch chemiſche Kunſt hervorgerufenen, ſehr niedrigen Temperatur aus, ſo gefriert daſſelbe; es wird feſt, dem Silber ähnlich, und läßt ſich mit einem Meſſer ſchneiden. In ſehr kalten Klimaten geht Queckſilber zuweilen, ohne künſtliche Proceſſe, in ſtarren Zuſtand über. Bis jetzt bezog man ſich vorzugsweiſe auf den Bericht von Pallas, daß zu Krasnoiarsk, im Aſiatiſchen Rußland zu ſeiner Zeit Queckſilber gefroren ſey. Neuere Jahre lieferten gar manche ähnliche Erfahrungen, Parry, Franklin und Roß ließen auf ihren Reiſen häufig Queckſilber gefrieren. Roß fertigte ſelbſt Kugeln aus dem erſtarrten Metall und durchſchoß damit ein Tannen-Brett von Zoll-Dicke. Im letzten Winter trat in der Norwegiſchen Bergſtadt Röraas, öffentlichen Blättern zufolge, am Neujahrs-Tage 1836 ſo ſtrenge Kälte ein, daß Queckſilber, der Luft ausgeſetzt, wenn die Maſſe nicht zu groß war, augenblicklich fror; es ließ ſich unter dem Hammer formen, wie weißglühendes Eiſen; man konnte daſſelbe mit den Fingern zerbrechen, und in der hohlen Hand wurde es erſt nach Verlauf einiger Minuten wieder flüſſig. Ein Spiritus-Thermometer ſoll, wie geſagt wird, $34\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaumur als höchſten Kältegrad angezeigt haben. Röraas liegt, unter 62° 34′ 40″ zwar nur 2092 Fuß über dem Meere, aber ſehr rauh. Die Stadt iſt umgeben von Gipfeln erhabener Gebirge, welche einen großen Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt ſind; bloß in geſchützten Thälern finden Birken und Nadelholz Fortkommen. Bringt man gefrorenes Queckſilber in ein mit Waſſer gefülltes Glas, ſo wird das Metall ſogleich flüſſig, das Waſſer aber erſtarrt. —

Digitized by Google

Zu dieſen ſo intereſſanten Eigenthümlichkeiten geſellen ſich noch andere, welche dem Gediegen-Queckſilber die beſtimmteſte Auszeichnung verleihen. Eine vollkommen zinnweiße Farbe, die auf kleine Kugeln und Tropfen beſchränkten Geſtalten, und ſtarker metalliſcher Glanz ſind ſeine hervorſtechendſten Merkmale. Dabei fühlt ſich das Metall kalt an, ohne die Finger zu netzen. Nach Gold und Silber iſt ihm die größte Schwere eigen; es wiegt beinahe vierzehnmal mehr als Waſſer; Steine, Stücke von Eiſen, kleine Blei- oder Silber-Platten, ſchwimmen auf Queckſilber, wie Kork auf Waſſer. In Salpeter-Säure iſt das Metall leicht lösbar.

Die Eigenſchaft des Queckſilbers: gewiſſe Mengen Gold oder Silber in ſich aufnehmen zu können, und ſo Metall-Gemiſche zu bilden, welche die Kunſtſprache Amalgame nennt, war bereits den Alten bekannt und wurde von ihnen zur Scheidung edler Metalle, zur Trennung derſelben von fremdartigen Stoffen benutzt. Reibt man gepochte, d. h. verkleinerte Erze, welche Gold oder Silber enthalten, mit Queckſilber, ſo verbinden ſich jene Metalle mit letzterem zu Amalgam, und ſetzt man dieſes der Hitze aus, ſo verflüchtigt ſich das Queckſilber, und Gold oder Silber bleiben im reinen Zuſtande zurück. Den Alchemiſten gewährte Amalgam erwünſchte Mittel für ihre betrügeriſchen Abſichten. Sie gebrauchten, bei dem was von ihnen Umwandelung der Metalle genannt wurde, Queckſilber, in welchem Gold oder Silber aufgelöst war, und die angebliche Umwandelung war nichts, als Verflüchtigung des Queckſilbers. Ein Amalgam kommt, obwohl ſehr ſelten, natürlich vor; es iſt dieß eine Verbindung von Silber und Queckſilber, die in Geſellſchaft des Gediegen-Queckſilbers gefunden wird. Das „natürliche Amalgam“ hat eine ſilberweiße Farbe, erſcheint kugelförmig, in derben Maſſen, auch in dünnen Platten und in Kryſtallen. — Beſonders leicht verbindet ſich Queckſilber dem Zinn. Dieſes Metall-Gemiſche gibt das Material zur Spiegel-Belegung. In

Digitized by Google

Künſten wendet man Queckſilber ferner beſonders zum Vergolden und Verſilbern an. Auch in der Pharmacie, in der Chemie und Phyſik dient das Metall auf vielartige Weiſe; ich erinnere namentlich an Bereitung von Barometern und Thermometern.

Im Ganzen iſt Queckſilber, beſonders das gediegene, ſparſam in der Natur verbreitet. Zu den häufigſten ſeiner Erze gehört das Schwefel-Queckſilber, der Zinnober; aus Zinnober wird das meiſte Queckſilber erhalten. Die bedeutendſten Queckſilber-Werke in Europa ſind jene von Almaden in der Spaniſchen Provinz La Mancha. Sie werden ſeit älteſten Jahren bebaut; Griechen und Römer bezogen von da ihren Zinnober. In neueſter Zeit iſt die Gewinnung des Metalls in Spanien zu einer Höhe geſtiegen, wie man ſolche früher nie gekannt; gegenwärtig werden im Jahre mehr als 22,000 Centner Queckſilber in Almaden ausgebeutet.

Daß das Blei — eines der weichſten und ſchmelzbarſten Metalle, vollkommen geſchmeidig und biegſam — gediegen getroffen wird, unterliegt keinem Zweifel. Aber nicht Alles, was für Gediegen-Blei ausgegeben worden, iſt natürlichen Urſprungs; bei der Bildung von manchen haben Menſchen zufällig oder abſichtlich mitgewirkt. Ich will nur einer Thatſache gedenken, um das ſo eben ausgeſprochene durch ein Beiſpiel zu belegen; es kann jene Thatſache auch als Beweis dienen, wie vorſichtig man, was natürlichen oder künſtlichen Urſprung betrifft, beim Beurtheilen gewiſſer Subſtanzen ſeyn müſſe. Auf der Landſtraße unfern Kaſſel wurden, im Anfange dieſes Jahrhunderts, Stücke baſaltiſchen Mandelſteines, einer poröſen Baſalt-Lava, gefunden, deren Blaſenräume, ſo wie die kleinen Riſſe und Spalten, mit metalliſchem Blei angefüllt waren. Man glaubte, Gediegen-Blei entdeckt zu haben, bis es ſich ergab, daß früher in jener Gegend die — nichts weniger als empfehlenswerthe — Gewohnheit üblich geweſen, das, für Siedepfannen der Allendorfer Saline erforderliche, Blei

Digitized by Google

in kesselförmigen Vertiefungen zu schmelzen, welche in große Blöcke, in „Werkstücke“, jener Mandelsteine, eingehauen wurden. Sehr natürlich füllten sich, bei diesen seltsamen Schmelz-Processen, alle Blasenräume eines solchen Gestein-Blockes mit Blei, und einige der Blöcke waren zum Chaussee-Bau benutzt worden. — Als unzweifelhaftes Gediegen-Blei haben wir dasjenige zu erachten, welches in Drähten und in haarförmigen Gebilden, ästig, und in gewundenen Blättchen, bei Carthagena in Murcia in thonigem Gestein, und auf dem Eilande Madeira in Blasenräumen vulkanischer Felsarten vorkommt. Hin und wieder fand man auch Gediegen-Blei mit Bleiglanz (Schwefel-Blei) verwachsen. Auf seiner Außenfläche ist das Metall, in Folge der Luft-Einwirkung, stets schwärzlich angelaufen, im Innern aber bleigrau und lebhaft glänzend.

Blei, wie man solches durch Schmelz-Processe rein darstellt, wiegt ungefähr eilf und ein halbmal mehr, als Wasser. In Säuren aufgelöstes Blei ertheilt allen Substanzen, denen es beigemischt wird, einen süßen, zuckerähnlichen Geschmack. Schon die Alten legten Blei-Platten in herbe Weine, um dieselben milder zu machen; aber sie kannten die gefährlichen Eigenschaften solcher Gemische nicht. In heftiger Rothglühe-Hitze verdampft das Metall; in der Weißglühe-Hitze kommt es ins Kochen. Blei-Dämpfe, zumal die mit schwefelichter Säure beladenen, zerstören allen Pflanzen-Wachsthum; dieß zeigt sich recht auffallend in der Nähe von Bleihütten, auch ertragen die Arbeiter auf solchen Hütten die Einwirkungen der Dämpfe in der Regel nur einige Jahre, ohne großen Nachtheil ihrer Gesundheit. — Bei mäßiger Hitze läßt sich Blei mit Gold und Silber zusammenschmelzen; wird jedoch die Hitze verstärkt, so steigt das Blei, und mit ihm zugleich alle übrigen fremdartigen Beimengungen, zur Oberfläche empor. Diese Eigenschaft benutzt man bei der Reinigung edler Metalle. Dem Zinn verbindet sich Blei in allen Verhältnissen.

Digitized by Google

Bei weitem das meiste Blei wird aus Bleierzen, namentlich aus Bleiglanz (Schwefel-Blei) gewonnen, der sehr allgemein verbreitet ist und unter den vielartigsten Verhältnissen vorkommt. Bei Kielce in Polen traf man, in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts, derbe Bleiglanz-Massen von auffallender Größe. Von dem ansehnlichsten Stücke wurde ein Gebrauch gemacht, der außerdem wohl nie statt gefunden. Pusch erzählt nämlich, daß eine, ungefähr drei Fuß hohe, Statue der heiligen Barbara, der Schutzpatronin des Polnischen Bergbaues, daraus gehauen wurde, welche Statue heutigen Tages noch in der Kloster-Kirche zu *Carczowka* aufgestellt ist.

Blei gilt mit Recht als ein Metall von höchster Nützlichkeit. Man kannte es in frühester Zeit; Moses erwähnt desselben zu verschiedenen Malen. Die Römer belegten den Grund ihrer Schiffe mit Blei und befestigten es durch Bronze-Nägel. Im ersten Jahrhundert des Römischen Reiches war Blei vier und zwanzigmal so theuer, als gegenwärtig in Europa. Heutigen Tages bedient man sich des Bleies zum Dachdecken, zu Röhren für Wasser-Leitungen — denn ohne Luft-Zutritt wirkt Wasser nicht auf das Metall — ferner zu Kugeln und zu Schrot; auch wird Blei außerdem in Gewerben mannigfaltig angewendet.

Unter den gediegen vorkommenden Metallen, welche, bei nicht sehr großer Härte, äußerst spröde sind, ist das Arsenik häufig, aber nirgends in großen Quantitäten, verbreitet. — Seit beinahe zwei Jahrtausenden kennt man das Metall und mehrere seiner natürlichen Zusammensetzungen; aber kaum liefen hundert Jahre ab, daß dessen eigentliche Natur genauer erforscht worden. Seine bezeichnenden Merkmale sind, außer den derben und krummschalig abgesonderten Massen, in welchen es vorkommt, besonders nierenförmige, traubige und kugelige Gestalten, die, beim Zerschlagen, in gebogene Scherben-ähnliche Stücke zerfallen. Kein Mineral

Digitized by Google

wandelt seine Farbe so leicht, so schnell, als Gediegen-Arsenik. Das Zinnweiße, welches unser Metall an frisch entblößten Stellen zeigt, lauft nach wenigen Stunden, in Folge der Luft-Einwirkung, wieder an, und wird grau und unscheinbar, wie zuvor.

Der Hitze ausgesetzt, gibt sich Arsenik, im reinen Zustande, oder gemischt mit andern Substanzen — wie Schwefel, Säuren und gewisse Metalle — durch weiße Dämpfe, und durch den eigenthümlichen, Knoblauch-ähnlichen Geruch zu erkennen, welchen das verflüchtigte Metall besitzt. — Die ausnehmend giftigen Wirkungen des Arseniks sind bekannt; ein Gran verursacht schnellen und schmerzhaften Tod. Auf alle Verbindungen, in denen man das Metall findet, überträgt es jene höchst gefährlichen Eigenschaften; sämmtliche Arsenikerze sind mehr oder minder heftige Gifte.

Schon in alter Zeit gebrauchte man Arsenik in der Heilkunde und auch heutigen Tages noch findet solche Anwendung statt. Ferner dient es bei gewissen Metall-Gemischen, so u. a. zum sogenannten weißen Kupfer, *Argent haché* u. s. w. Dem Platin wird Arsenik beim Schmelzen zugesetzt, um dasselbe zu reinigen und die Bearbeitung zu erleichtern. Endlich benutzt man das Metall in verschiedenen Gewerben, so z. B. in Färbereien und bei der Leder-Bereitung.

Eines der höchst selten gediegen vorkommenden Metalle ist Antimon oder Spießglanz. Früher beschäftigte dasselbe vorzugsweise die Alchemisten, welche in ihm den Stein der Weisen suchten. Als Heilmittel dient Antimon in sehr mannigfaltigen Präparaten. Wegen übermäßigen Gebrauches, den man in Frankreich, in der letzten Hälfte des sechszehnten und Anfangs des siebenzehnten Jahrhunderts, von dem Metall gemacht, wurde einst alle Anwendung desselben gesetzlich untersagt. Im Venetianischen fertigte man vordem die sogenannten *Pocula emetica* daraus, in welche man Wein goß, und diesen sodann, nach Verlauf einiger Stunden,

Digitized by Google

als Brechmittel trank. Vor nicht sehr langer Zeit bedienten sich noch Landleute in Auvergne der Stücke von Tiegeln, in denen Antimon geschmolzen worden, zu ähnlichen Zwecken. — Was man im Handel Spießglanz nennt, ist nicht das reine Metall, sondern eine Verbindung desselben mit Schwefel. Gediegen findet sich Antimon gegenwärtig nur zu Allemont in Dauphinée; vordem lieferten dasselbe auch die Gruben von Sala in Schweden in geringer Menge. Es stellt sich in zinnweißen, stark metallisch glänzenden, blätterigen Massen dar, ist nicht dehnbar, schmilzt leicht und verfliegt bei stärkern Hitze-Graden, als weißer Dampf. — Mit den meisten Metallen geht Antimon Verbindungen ein; so trifft man unter andern ein natürliches Gemische aus Antimon und Silber. Unter den verschiedenen Erzen, ist der Antimonglanz — ehedem sogenanntes Grau-Spießglanz, die bereits erwähnte Verbindung des Antimons mit Schwefel — das einzige, welches hin und wieder so häufig vorkommt, daß es bergmännisch gewonnen wird, und daraus bereitet man metallisches Antimon. In sehr alter Zeit diente Schwefel-Antimon als schwarze Schminke; und dieser Brauch besteht hin und wieder noch. Auf dem Markte zu Schendy in Nubien wird „Spießglanz" in Menge verkauft; die Nubier schwärzen sich ihre Augenlider damit. Auf dem Lande dienen oft Spießglanz-Stückchen statt Geldes, da die Nubischen Bauernweiber Alles dagegen vertauschen, was ihr Haus nur bieten kann. — Das, aus dem Erz erhaltene Metall, wendet man auch in der Landwirthschaft, so wie in Künsten und Gewerben an. Landwirthe mengen Antimon unter das Futter, als Mittel zur schnellen Mastung der Schweine und Gänse. Den wichtigsten technischen Nutzen leistet das Metall bei Bereitung der Buchdrucker-Typen, für welchen Behuf ihm Blei zugesetzt wird. Mit Zink gibt Antimon das bekannte Bengalische Feuer.

Zu den sparsam verbreiteten Metallen gehört auch Wismuth.

Digitized by Google

So wie die Natur daſſelbe gediegen liefert, erſcheint es meiſt in ſilberweißen, oft bunt angelaufenen, ſtark glänzenden blätterigen Maſſen mit zart geſtreifter Oberfläche. Am häufigſten iſt Gediegen-Wismuth im Sächſiſchen Erzgebirge zu Hauſe; auch in Baden, Heſſen, Frankreich u. ſ. w. kommt es hin und wieder vor. Griechen und Araber ſcheinen das Metall nicht gekannt zu haben; von Deutſchen Bergleuten dürfte es jedoch ſchon früher unterſchieden, und mit dem Namen belegt worden ſeyn, welchen daſſelbe noch trägt; Agricola erwähnte ſeiner, als eines eigenthümlichen Metalles, bereits im Jahre 1529. Bei ſtarken Hitze-Graden verflüchtigt ſich Wismuth, das leichtflüſſiger iſt, als alle übrigen Metalle. Manche Verbindungen, die es mit mehreren eingeht, ſchmelzen ſchon in ſiedendem Waſſer. Zu London verfertigt man, als neckende Spielwaaren, Theelöffel aus acht Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn; ſie ſchmelzen, ſo wie dieſelben in heißen Thee gebracht werden. Auf dieſer Eigenſchaft, die Metalle zu erweichen, beruht die vielartige Anwendung des Wismuths. — In Salpeterſäure iſt unſer Metall lösbar; gießt man Waſſer zur Auflöſung, ſo erfolgt ein weißer Niederſchlag.

Ein anderes höchſt ſeltenes Metall, deſſen Entdeckung in neuere Zeiten fällt, das Gediegen-Tellur, iſt in ſeinem Vorkommen auf eine einzige Oertlichkeit beſchränkt; man findet, oder fand es vielmehr vordem, zu Facebay in Siebenbürgen. Die Merkmale deſſelben ſind einfach, aber dennoch ausgezeichnet. Zinnweiße, metallglänzende, blätterige Maſſen, die leicht ſchmelzbar, bei höherer Temperatur ſieden; erhitzt man das Metall in einer Glasretorte, ſo ſetzt es ſich in glänzenden Tropfen an. In Salpeterſäure iſt Tellur vollkommen auflösbar. — Auch andern Metallen verbunden wird Tellur getroffen, ſo namentlich dem Gold, Silber und Blei; dahin gehören Schrift- und Blätter-Tellur.

Das letzte der gediegen vorkommenden Metalle, welches Ihre

Digitized by Google

besondere Aufmerksamkeit verdient, ist Platin. Es wurde 1735 durch Ulloa — einen Spanier, der sich an die bekannte, wegen Bestimmung der Erd-Gestalt unternommene, Expedition anschloß — in Amerika entdeckt, aber erst sechs Jahre später, im rohen Zustande, nach Europa gebracht; die Beschreibung des Metalles, als eines solchen, fällt ins Jahr 1754. Der Name ist dem Spanischen *Platinja* (*Platina*) nachgebildet, und will so viel sagen, als dem Silber ähnlich, von *Plata*, Silber. Am Ural fand man 1822 das Platin.

Dem Platin stehen gewisse Eigenschaften mit Gold und Silber gemeinschaftlich zu; dieser Umstand rechtfertigte seine Einreihung unter die edlen Metalle. Unzerstörbar, gleich dem Golde, hat Platin beinahe so viel Zusammenhalt, wie Eisen und Kupfer. Es schmilzt für sich allein, im heftigsten Essenfeuer nicht; glühend aus dem Ofen genommen, ist nicht einmal Aenderung der Farbe wahrnehmbar. Um das Metall in Fluß zu bringen, bedarf es der Macht galvanischer Batterieen, oder der Gluht von Brennspiegeln. Die verschiedenen, in chemischen Laboratorien vorhandenen, Stoffe wirken nur wenig auf Platin; namentlich widersteht es den stärksten Säuren. Von der ungemein großen Streckbarkeit, wodurch das Metall sich zu den mannigfaltigsten Zwecken eignet, habe ich bereits früher geredet. Gleich dem Eisen kann Platin geschweißt werden, und die Elasticität, welche dasselbe durch Bearbeitung erlangt, ist keineswegs geringer, als jene des Stahles. Platin nimmt schöne Politur an; es rostet nicht an der Luft, und eben so wenig in Wasser, sondern bewahrt seinen Glanz für lange Zeit.

Rein, nur mit Palladium-Körnern untermengt, kommt Platin in Brasilien vor; am häufigsten wird dasselbe in Verbindung mit andern Metallen getroffen, wie mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Eisen,

Digitized by Google

Kupfer und Blei. Es ſind dieß Gemiſche, deren nähere Unterſuchung und Beſtimmung die Thätigkeit der größten Chemiker unſerer Zeit mehrere Jahre in Anſpruch nahm.

Zu der ſeltenen Auszeichnung, welche dem Metall durch die erwähnten Eigenthümlichkeiten verliehen iſt, geſellen ſich noch andere, ſehr charakteriſtiſche Merkmale, und unter dieſen verdient vor allen der hohe Grad von Schwere Beachtung; rohes Platin wiegt beinahe neunzehn Mal mehr als Waſſer, das gereinigte und verarbeitete hat noch größeres Gewicht. Unſer Metall, lichte ſtahlgrau von Farbe, kommt nur in rundlichen Maſſen vor, in eckigen und platten Körnern, außen glatt oder rauh, zackig, mit Spitzen beſetzt, und mancherlei fremdartige Eindrücke zeigend. So liefert die Natur das Platin; ſo wird es im aufgeſchwemmten Lande, im Diluvial-Boden, auf S. Domingo, in Braſilien, Columbien und am Ural gefunden. Die Verhältniſſe haben wir demnächſt genauer kennen zu lernen. Die größten Platin-Maſſen gaben bis jezt die Demidoff'ſchen Gruben im Ural; abgerundete Stücke von neun Pfund und darüber an Gewicht; gehören keineswegs zu den ganz ſeltenen Erſcheinungen, ja man hat deren von mehr als neunzehn Pfund Schwere gefunden. In Antioquia wurde, wie Sie ſeiner Zeit hören ſollen, das Platin auch im Gebirgs-Geſtein eingewachſen entdeckt.

Durch ſeine Eigenſchaften wird Platin, beſonders den Chemikern, überaus ſchäzbar, und ungeachtet das Metall ſchwierig zu bearbeiten und in die Formen zu bringen iſt, in welchen es ſich anwenden läßt, ſo wird daſſelbe dennoch zu gar manchen Zwecken verwendet. Die Spaniſche Regierung hatte, aus Beſorgniß, daß Platin ſchwer vom Golde zu unterſcheiden ſey, nicht nur deſſen Ausfuhr aus Süd-Amerika gleich anfangs aufs Strengſte unterſagt, ſondern ſelbſt befohlen, die ganze Menge des, aus den Goldwaſchen jährlich erhaltenen, Metalls öffentlich zu vernichten.

Digitized by Google

Noch im Anfange gegenwärtigen Jahrhunderts, war jene Verordnung in Kraft, und machte das Platin so selten, daß dessen Anwendung im Leben ganz unterbleiben mußte. Als Chemiker von den Unterscheidungs-Merkmalen des Metalls nähere Kenntniß gegeben hatten, und die Besorgniß verschwunden war, daß man Gold mit Platin verfälschen könne, hob die Spanische Regierung ihr Verbot auf, und um das Jahr 1808 wurden in Frankreich die ersten Platin-Geräthschaften verfertigt. Indessen war bis zur neuern Zeit die gewonnene Menge zu gering; sie betrug in Brasilien und Columbien jährlich nicht über 8¼ Centner; der Preis stand zu hoch, um das Metall in Künsten mehr allgemein verwenden zu können; deßhalb war der Gebrauch sehr beschränkt. Aber diese Verhältnisse müssen sich, durch die so bedeutend gewordene Platin-Ausbeute am Ural mehr und mehr günstig umgestalten. Im Jahr 1833 betrug dieselbe 1600 Pfund, und die Gesammt-Gewinnung von 1824 bis 1834 belief sich nahe an 250 Centner Köllnischen Gewichtes. In Rußland prägt man, zur Erleichterung des Handels mit diesem nützlichen Metall, Drei-Rubelstücke daraus, und bis zum Jahre 1834 wurden, nach Sobolewskoy's Angaben, mehr als 153 Centner Platin vermünzt.

Besonders denkwürdige Eigenschaften hat der, von Chemikern bereitete, Platin-Schwamm: läßt man einen Strahl von Wasserstoff-Gas aus enger Röhre darauf gehen, so wird das Metall rothglühend und das Gas entzündet sich. Auf diese Thatsache ist die, von Doebereiner ersonnene, Anwendung des Platins zu Feuerzeugen begründet.

Mit den meisten Metallen, auch mit manchen andern Stoffen, läßt sich Platin verbinden. Unter den Legirungen ist die mit Kupfer bei weitem die interessanteste und wichtigste, wegen ihrer Anwendung zu Teleskop-Spiegeln.

Ich habe mehrere Metalle genannt, welche dem Platin, so

Digitized by Google

wie es die Natur liefert, verbunden vorkommen. Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium gehören zu den geologisch nicht bedeutenden Substanzen. Alle wurden erst im neunzehnten Jahrhundert entdeckt, bei Gelegenheit analytischer Untersuchungen, die man mit Platin vornahm. Indem ich die chemisch-physikalischen Eigenschaften der befragten Substanzen mit Stillschweigen übergehe, beschränke ich mich darauf, Ihnen zu sagen, daß das unter jenen Metallen zuerst genannte, Palladium, auch in mehr reinem Zustande, in kleinen, stahlgrauen, metallglänzenden Körnern, aus Brasilien zu uns gebracht wird. Rhodium erscheint stets dem rohen Platin beigemischt und nicht für sich. Osmium und Iridium werden im Platin getroffen, sie bilden aber auch ein eigenes Metall-Gemische unter sich, eine natürliche Legirung. Im letzten Falle erscheinen dieselben, einen Doppel-Namen tragend, als „Osmium-Iridium," in sechsseitigen Blättchen, oder in Körnern, welche eben so gefärbt sind, wie Platin.

Das sind die Metalle in der Natur als Elemente, gediegen, vorkommend. Ich hätte vielleicht kürzer seyn können; aber es lag in meiner Absicht, indem ich Ihnen die mineralogischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften jener Substanzen schilderte, zugleich manche Thatsachen, Verhältnisse und Beziehungen zur Sprache zu bringen, deren Kenntniß uns für den Verfolg wohl zu statten kommen wird, und auf welche ich mich sodann beziehen kann.

Digitized by Google

Fünfte Vorlesung.

Luft und Wasser.

Die Elemente, welche wir kennen gelernt, werden, wie Sie wissen, bei weitem nicht immer als solche, in ihrem Reinheits-Zustande, in der Natur getroffen. Sie gehen, zu zweien oder zu mehreren, mannigfaltige Verbindungen ein, und die verschiedenen, mit einander vereinigten, Stoffe erscheinen sodann als gleichartige Substanzen, begabt mit besondern Eigenschaften. Wir haben es hier mit jenen Verbindungen von Elementen zu thun, deren Kenntniß in geologischer Hinsicht nicht entbehrt werden kann. Ich will darum über Luft und andere Gasarten reden, über Wasser, Säuren und Alkalien, über Erden und Erze. Die meisten dieser Verbindungen finden sich in der Natur, wenige sind bloß Ergebnisse chemischer Arbeiten. Was für unsere Absichten mehr außerwesentlich, soll nur angedeutet werden, um desto länger beim Geologisch-Wichtigen verweilen zu können.

Die Atmosphäre, der Luftkreis um unsere Erde, ist kein Element, keine einfache Materie; sie besteht aus mehreren Gasarten.

Wenden wir uns, ehe ich von der chemischen Natur der Luft

Digitized by Google

rede, zu einigen physikalischen Eigenschaften derselben. Es sind bekannte Dinge, welche ich ihnen ins Gedächtniß zurückrufe.

Zahllose Erfahrungen und Thatsachen liefern den Beweis, daß die, uns umgebende und einhüllende Luft, deren Flüssigkeits-Zustand nie Aenderungen erfährt, eine Materie sey. Im leeren Raume würde kein Segel schwellen; Schiffe würden nicht gewissen Richtungen zugetrieben werden; die Flügel der Windmühlen blieben unbewegt; an Fortpflanzung des Schalles wäre nicht zu denken; leichte Körper könnten sich nicht schwebend erhalten.

Gleich andern elastischen Flüssigkeiten, ist die Luft sehr leicht in Bewegung zu setzen; und die Luft bewegt sich überaus schnell. Man weiß, daß sie bei Stürmen Räume von 6000 Fuß in einer Minute durchschritt. — Eine, mit Luft gefüllte, Blase kann stark zusammengepreßt werden, ohne daß sie berstet. Hebt man den Druck auf, so dehnt sich die eingeschlossene Luft mit bewunderungswürdiger Schnellkraft wieder aus. Sie sehen demnach, daß eine und die nämliche Luft-Menge größere und kleinere Räume einnehmen kann. Gewaltsam zusammengepreßter Luft steht große Macht zu; sie zersprengt die stärksten Gefäße. Eine Erfahrung, welche nicht wenige, und meist sehr wichtige, geologische Phänomene erklären hilft.

Die der Luft eigenthümliche Farbe ist blau. So erscheint der Himmel bei heiterem Wetter. Aber jene Farbe wechselt in ihren Stärke-Graden; je höher man aufwärts steigt in Gebirgen, um desto dunkler wird das Blau. Auf dem Gipfel des Mont-Blanc sah Saussure den Himmel dunkel königsblau, und zur Nachtzeit, bei hellstem Mondglanze, vollkommen schwarz. Als Boussingault den Antisana bestieg — den Vulkan in Quito, welcher den Meeresspiegel um 17,956 Fuß überragt — blieb, bis zur Schneegrenze, dem Himmel seine gewohnte Farbe, auf der großen Eisfläche aber erschien derselbe schwarz. Das Verlaufen

Digitized by Google

der Himmels-Bläue vom Dunkeln bis ins Lichte und bis ins Weiße rührt von Wasser-Dämpfen her, welche in der Luft schweben, von der Sonne erleuchtet werden, und ihr Licht zurückwerfen; je mehr solcher Dämpfe in der Luft vorhanden sind, um desto lichter ihr Blau und umgekehrt.

Die Luft reicht zu den höchsten Höhen hinauf; für ihre obere Grenze ist keine genaue Bestimmung möglich, indessen schätzt man, daß ihre äußerste Entfernung über der Erdfläche einer Höhe von siebenundzwanzig Deutschen Meilen gleichkomme. Die untersten Schichten unserer Atmosphäre haben, da der Luft eine gewisse Schwere eigen ist, den Druck der ganzen, über ihnen schwebenden, Luftmasse zu tragen. Daher kommt es, daß die Dichtheit der Luft zunächst der Erd-Oberfläche am größten ist, daß sie von unten nach oben stets abnimmt. Je größer die Höhe, zu welcher man in Gebirgen emporsteigt, um desto dünner die Luft. Tauben, von Luftschiffern mitgenommen, und in sehr beträchtlicher Höhe in Freiheit gesetzt, fühlten das Ungewohnte ihrer Lage. Die Thiere versuchten sich am Ballon festzuklammern; bei der Luftdünne waren ihre Flügel nutzlos; mit größter Schnelligkeit fielen sie, Steinen gleich, zur Erde nieder.

Um das Gewicht der Luft zu bestimmen, oder was eben so viel sagen will, den Druck, welchen sie ausübt, dient das Barometer, eine Geräthschaft, die sehr einfach und dabei von großer Wichtigkeit ist. Sie unterrichtet uns nicht allein über die Luft-Beschaffenheit unseres Wohnortes, sondern hilft auch mannigfaltige physikalische Phänomene, die im Luftkreise vor sich gehen, aufklären. Da die Quecksilber-Säule im Barometer, nach unwandelbaren Gesetzen, in höhern Gegenden, des geringern Luftdruckes halber, sinkt, in niedern Landstrichen aber, bei stärkerem Druck steigt, so wird jenes Werkzeug in der Hand des Naturforschers, zum sichersten Mittel, um Berghöhen zu messen; wenn

Digitized by Google

davon die Sprache ist, wollen wir Barometer und Art seines Gebrauches näher kennen lernen.

Die Luft, klar, durchsichtig, wie sie erscheint, ist eine Flüssigkeit von zusammengesetzter Natur. Ich rede nicht von den vielartigen fremden Stoffen, die, der Erdfläche entsteigend, sich mit der Luft mischen und mengen, die darin schweben, und so mehr oder weniger lange in der Atmosphäre herumgetrieben werden. Es sind keineswegs die, vom Thier- und Pflanzenleben, von Zersetzungen, Gährungen, von der Fäulniß mineralischer und vegetabilischer Wesen herrührenden, Dünste, die von der Luft aufgenommen werden, welche sie verunreinigen, die ich im Auge hatte, wenn ich unsere Atmosphäre als eine zusammengesetzte Flüssigkeit bezeichnete. Noch weniger kann die Frage seyn von örtlichen Erscheinungen, von Verbrennungs- und Schmelz-Processen, die Material liefern, das sich mit der Luft mengt; auch nicht von den, aus Vulkanen aufsteigenden flüchtigen Stoffen, nicht von Gasarten, die durch Klüfte und Spalten der festen Bodendecke hervorbrechen. Wäre die Beschaffenheit unseres Luftkreises abhängig von solchen vielartigen Substanzen, so trüge seine chemische Natur nicht das Gepräge unveränderlicher Gesetzmäßigkeit. Die Luft aller Welttheile würde, im Verhältnisse ihrer Zusammensetzung, nicht die auffallendste Uebereinstimmung zeigen. — Luft, aus Gebirgs-Höhen von 20,000 Fuß entnommen, lieferte bei Analysen genau die nämlichen Bestandtheile, wie jene, die an der Oberfläche niedriger Ebenen aufgefangen wurde.

Bei jedem Verbrennungs-Processe offenbart sich die Gegenwart des Sauerstoffes in der Luft. Bringt man angezündete Kerzen oder Holzspähne unter eine umgekehrte Glas-Glocke — deren Verbindung mit der Atmosphäre dadurch gehindert wird, daß man dieselbe in ein, mit Wasser gefülltes Gefäß stellt — so brennen dieselben mit lebhafter Flamme, und die Wärme, welche

Digitized by Google

dabei entwickelt wird, dehnt die Luft aus. Nach einiger Zeit vermindert sich die eingeschlossene Luft-Menge auf sehr merkbare Weise; das Wasser steigt in der Glocke an; endlich erlöscht das Licht. Zwei Erfahrungen ergeben sich aus diesen Phänomenen. Einmal, daß die Luft, welche unter der Glocke zurückblieb, nachdem das Licht einige Zeit hindurch gebrannt, diesem nicht gestattete, noch länger zu brennen; sodann daß, am Ende des Versuches, weniger Luft unter der Glocke sich befand, indem das Wasser sonst nicht hätte ansteigen können. In der Sprache gewöhnlichen Lebens pflegt man letztere Thatsache durch den Ausdruck zu bezeichnen: ein Theil der Luft sey aufgezehrt worden. Allein diese Erklärung ist keine richtige; wir haben vielmehr aus der Erscheinung zu entnehmen, daß die, unter der Glas-Glocke eingeschlossene, Atmosphäre in zwei Luftarten getrennt worden sey, in Luftarten, denen durchaus entgegengesetzte Eigenschaften verliehen sind, die beide vollkommen verschieden sich zeigen vom ursprünglichen Luft-Gemische. Und, was der einfache Versuch ergab, bestätigten Arbeiten der Chemiker vollkommen. Zwei Gasarten, Sauerstoff und Stickstoff, erkannte man, als die Atmosphäre zusammensetzend; beide Elemente werden, durch ausdehnende Kraft der Wärme, in steter Luft-Gestalt erhalten. Außer Sauerstoff und Stickstoff finden sich in der Atmosphäre noch sehr geringe und veränderliche Mengen von Wasserdunst, von kohlensaurem Gas und wahrscheinlich auch von einer Wasserstoff-haltigen Substanz. Die beiden zuerst genannten Elemente machen das Wesen der Luft aus, sie verhalten sich, wenn die übrigen Stoffe unbeachtet bleiben, wie 21 : 79, das heißt, in hundert Theilen Luft sind 21 Theile Sauerstoffgas und 79 Theile Stickgas enthalten.

Der athembare Theil der Atmosphäre, der Sauerstoff, wie der, von seinen gefährlichen Wirkungen den Namen tragende, Stickstoff, sind Ihnen bekannt (S. 112 und 116). Was unter

Digitized by Google

Kohlensäure zu verstehen, soll bald näher erörtert werden, und in Betreff des Wasserdunstes will ich nur bemerken, daß der Luftkreis um so viel mehr davon aufgelöst enthält, als das Wetter warm ist; bei kühlem Wetter verdichtet sich der Dunst und fällt als Regen nieder.

Was befremdend seyn dürfte, ist der bedeutende Stickgas-Gehalt der Atmosphäre. Aus dem, im Vorhergehenden von den Eigenschaften jenes Gases Gesagten, sollte man glauben folgern zu müssen: ein solches Verhältniß sey dem Leben höchst nachtheilig. Es ist der Ort nicht, ausführlich zu entwickeln, wie die Natur auch hier weise zu Werke gegangen, wie wir in der Zusammensetzung der Atmosphäre eine der wohlthätigsten Einrichtungen zu erkennen, zu bewundern haben. Die Luft-Mischung ist genau eine solche, wie sie zur Erhaltung des Lebens nothwendig. Aus dem gegenseitigen Menge-Verhältniß von Sauerstoff und Stickstoff entsteht eine Luftart, welche, dieß ist durch Versuche dargethan worden, kein anderer gasförmiger Körper ersetzen könnte. Unter allen Gasen zeigt sich die atmosphärische Luft als das einzige für Menschen und Thiere zum Athmen geeignete. Die Sauerstoff-Menge allein entscheidet eben so wenig für lichterhaltende Eigenschaft einer Luft, als für ihre Athembarkeit. Sauerstoff im Reinheits-Zustande würde in kurzer Zeit Gesundheit und Leben gefährden; der Stickstoff mäßigt dessen zu heftige Wirkungen.

Ehe ich diese Betrachtungen über das physikalisch-chemische Wesen der Atmosphäre abschließe, wäre noch Manches zu erwähnen. In unserem Luftkreise sind Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus stets gegenwärtig, und geben ihr Daseyn durch zahllose Phänomene mannigfaltiger Art kund; Phänomene, deren Schauplatz die Atmosphäre ist. Vermittelst jener unwägbaren Stoffe, und mehr durch ihre chemische Natur, wird unsere Luft die bedingende Ursache vieler geologischer Erscheinungen. Seiner Zeit

Digitized by Google

habe ich dieß umständlicher auszuführen, und sie werden sich überzeugen, wie nothwendig es war, von der Atmosphäre genaue Kenntniß zu erlangen. Für jetzt will ich bemerken, wie man keinen Grund habe, anzunehmen, daß Stickstoff wesentlich mitwirke bei Aenderungen, denen die Außenfläche unserer Erde unterworfen ist, dagegen zeigt sich der andere Bestandtheil unserer Luft, der Sauerstoff, ohne Unterlaß thätig bei Zersetzungen von Gesteinen; nach und nach, in Zeiträumen von Jahrhunderten und länger, hebt jene große chemische Macht das Gleichgewicht auf zwischen den, die Felsarten bildenden, Urstoffen; die härtesten Massen werden allmälig zu Staub verkleinert, sie werden zu Theilen des Bodens, welchen der Landmann bebaut. Meist finden solche Wirkungen der Luft in Gemeinschaft mit denen des Wassers statt.

Reihen wir an diese, der Atmosphäre geltenden, Betrachtungen zunächst Einiges über *unterirdische Luft*.

Vermöge ihres Druckes dringt die Atmosphäre in die tiefsten unterirdischen Räume, namentlich in jene Weitungen, welche der Bergbau schafft. Aus reiner atmosphärischer Luft bestehen „*gute Wetter*"; es läßt sich aber leicht denken, daß die Luft in Gruben nicht das gesetzlich Gleichmäßige behält in ihren Bestandtheilen, wie am Tage; mannigfaltige Ursachen stören ihre Mischungs-Beschaffenheit wesentlich.

Es ist wohl der Mühe werth, einige Augenblicke bei den „*Wettern*", bei der *Grubenluft* zu verweilen. Der Gegenstand hat der interessanten und wichtigen Beziehungen gar manche, auch dürfte derselbe für nicht wenige unter Ihnen den Reiz der Neuheit mit sich verbinden.

Durch vielartige Ursachen wird der Luft unterirdischer Regionen ein Theil ihres Sauerstoff-Gehaltes entzogen; so bilden sich die „*bösen* oder *matten Wetter*" der Bergleute; sie sind nie reiner Stickstoff, sondern nur eine, an Sauerstoff arme,

Digitized by Google

atmosphärische Luft. In tiefen Schachten, in Stollen, welche auf große Weite geführt sind, können jene Wetter dadurch entstehen, daß die Atmosphäre nicht gehörig eindringt. Bei andern Gruben ist ein gewisser mechanischer Einfluß äußerer Luft auf die der Tiefen nicht zu verkennen, ein Einfluß, den die Beschaffenheit der Atmosphäre bedingt. Nebel, Regen, schwüles warmes Wetter, Gewitter, Winde, welche gegen die Tagesöffnungen von Schachten oder Stollen wirken, bringen die Luft in Gruben zum Stocken, sie lassen den nothwendigen Wechsel nicht zu; heiterer Himmel aber, Kälte, Winde, wie solche namentlich zur Winterzeit herrschen, sind dem Luft-Wechsel besonders günstig. Oft ändern sich die Wetter in Gruben aus solchen Umständen im Verlauf weniger Stunden; ja man kann, in manchen Fällen, zu erwartende Aenderungen mit einiger Bestimmtheit voraussagen. Aber solche Ursachen der Umwandelung unterirdischer Luft zu einer nicht athembaren, sind mehr vorübergehend. In den Tiefen selbst haben wir die Haupt-Quellen der Luft-Verderbniß zu suchen; hier tragen alle Reiche der Natur dazu bei. Felsmassen und Erze wirken, indem sie bei ihrer Zersetzung schädliche Stoffe an die unterirdische Luft abgeben, und mehr noch zeigen sich gewisse Gebirgsarten dadurch thätig, daß dieselben, vermittelst ihres Eisengehaltes, der Luft einen Theil des Sauerstoffes entziehen. Ferner wirken luftverderbend: die Menge, in engen Räumen eingeschlossener, Menschen; ihr heftiges und geschwindes Athmen; ihre starke Ausdünstung bei angestrengter Arbeit; der Dampf von Lichtern oder Lampen; die Fäulniß des Holzes, womit Gruben ausgezimmert sind; endlich stehende Wasser und unterirdische Pflanzen. Zu diesem Allem kommen noch, in vielen Gruben, eigenthümliche, aus den Erdtiefen aufsteigende, Gase, so daß böse Wetter allerdings nicht immer bloß eine, ihres Sauerstoffs mehr oder weniger beraubte, Atmosphäre sind, sondern oft auch Luft mit mannigfaltigen Stoffen

Digitized by Google

beladen, gemischt und gemengt. Durch diese vielartige Zusammensetzung gewisser Gruben-Wetter erklärt sich der Umstand, daß dieselben keineswegs stets unsichtbar sind, sondern zuweilen als weiße oder blaue Nebel mit deutlichen Umrissen erscheinen. — Wir werden dieß näher erörtern, wenn wir uns über Gas-Verbindungen unterhalten; hier haben wir zumal jene böſen Wetter im Auge, welche entstehen, wenn unterirdischer Luft ein Theil ihres Sauerstoffes entzogen wird. So wie man aus Gruben, in denen gute gesunde Luft ist, in andere kommt, wo böſe Wetter vorhanden, verräth sich deren Gegenwart durch Brust-Beklemmung, durch unangenehmen, widerlichen Geschmack, Reitz in den Augen, durch Müdigkeit, Schwäche, Beängstigung; das Athmen wird beschleunigt und schwerer; man empfindet heftigen Durst und Schwindel. Nur beherzte Bergleute, solche, die mit der zu bestehenden Gefahr bereits vertraut geworden, wagen sich alsdann noch weiter. Ihre Lichter, ihre Lampen gelten ihnen als sicherste Zeichen; in Bergmanns-Hand werden sie zu wahren Eudiometern, zu Luftgüte-Messern. So lange Lichter gut brennen, droht kein „Schwadengift.“ Je näher dem Gefahr-vollen Orte, um desto höher über dem Boden muß das „Geleucht“ gehalten werden, damit es brennend bleibe. Endlich gelingt dieß nur unmittelbar unter der Decke von Stollen. Nun ist längeres Verweilen höchst bedenklich; obwohl Menschen in einer solchen Sauerstoff-armen Luft, selbst wenn die Lichter verlöschen, noch fortleben können.

Man ist allerdings bemüht, das Entstehen böser Wetter zu verhüten. Man sucht sie zu zerstören, abzuleiten, oder ihren nachtheiligen Einfluß zu hindern. Aber dieß gelingt bei weitem nicht in allen Fällen; und so liegt die Frage sehr nahe: ob Orte der Art als unzugänglich zu erachten? Nicht selten kann es nothwendig werden, daß Bergleute an Stellen vordringen müssen, wo Mangel an athembarer Luft ist, in Gruben, von denen man weiß, daß sie,

Digitized by Google

vor längerer oder kürzerer Zeit, wegen tödtender Eigenschaft ihrer Wetter verlassen wurden; es gilt die Rettung von Arbeitern, welche durch böse Wetter plötzlich überfallen wurden, was, bei aller Vorsicht, nicht immer zu hindern ist; Scheintodten muß schleunige Hülfe gebracht werden. — Wie schützt man sich gegen nachtheilige Einwirkungen? Gibt es Mittel, welche möglich machen, daß man ohne Gefahr, sich an Orte, wie die erwähnten, begeben kann? — Sehr einfach ist die Vorrichtung, wenn Bergleute in wenig tiefe Schachte, oder in Stollen von geringer Erstreckung, einzufahren haben, wo man Verbindung mit der Tagesluft unterhalten kann. Vermittelst einer Maske wird das Ende eines dünnen biegsamen Schlauches, der bis zum Tage reicht, dem Einfahrenden über dem Munde befestigt. Das Einathmen reiner Luft hat nun begreiflich nur durch den Mund statt; die der Lunge entströmende Luft wird von der Nase ausgestoßen. Solche „Sicherheits-Schläuche" sind jedoch unzureichend in sehr tiefen Gruben, in solchen, die weit ins Gebirge hineingehen, so daß eine Verbindung mit der Atmosphäre nicht wohl möglich ist, indem bei der Länge, welche der Schlauch erhalten müßte, dessen Zerreißen zu fürchten wäre; auch würde das Einsaugen der Luft höchst beschwerlich werden. In solchen Fällen ist der Bergmann genöthigt, die, für gewisse Zeit erforderliche, athembare Luft mit sich in die Gruben zu nehmen; er trägt dieselbe in einem „Luftsack" auf dem Rücken, oder schiebt das mit ihr gefüllte Behälter auf einer Karre vor sich her. Es wird nämlich ein, aus Leder, oder aus gummirtem Taffent gefertigter, Sack mit reiner atmosphärischer Luft gefüllt. Auf dem Rücken, einem Tornister gleich, trägt der Bergmann diesen Luftsack, von dem eine Einathmungs-Röhre ausgeht, welche dem Munde verbunden ist.

Digitized by Google

Ohne Gefahr kann er nun, mit einer, für ſolche Zwecke erſonnenen, Lampe eigner Art ausgerüſtet, gewiſſe Zeit in der tödtlichen Atmoſphäre, in böſen Wettern verweilen, auch frei und ungehindert ſich bewegen. Durch Erfahrung weiß man, daß ein Behälter von ungefähr drei Fuß Länge, zwei Fuß Höhe, und etwa einem Fuß Breite, ſo viel Luft faßt, als ein Menſch während 15 bis 16 Minuten zum Athmen nöthig hat. Iſt vorauszuſehen, daß der Aufenthalt in der tödtlichen Atmoſphäre von längerer Dauer ſeyn werde, ſo dienen Behälter, welche mehr Luft aufnehmen können, und dieſe ſchieben Bergleute auf Karren vor ſich her. Die übrige Einrichtung bleibt, dem Weſentlichen nach, die nämliche, wie beim Luftſack. Der in einem Behälter von 6 Fuß Länge, und verhältnißmäßiger Höhe und Breite, eingeſchloſſene Luft-Vorrath reicht für einen Menſchen, wenigſtens auf eine Stunde hin.

Gehen wir zur Betrachtung einer andern, in geologiſcher Hinſicht nicht minder bedeutenden, Elementen-Verbindung über.

Waſſer galt den Weiſen der Vorzeit als Urſtoff des Alls, und großartige Natur-Erſcheinungen, wie geologiſche es ſind, laſſen bald den weſentlichen Antheil gewahren, welchen Waſſer an der Bildung unſerer Erdrinde und an den Aenderungen genommen

Digitized by Google

die sie erfuhr. Die Macht des Wassers ist nicht zu verkennen; seine Wirkungen, verbunden mit jenen der innern Wärme unseres Planeten führen zur Erklärung zahlreicher Thatsachen. Weltmeer, Ströme, Flüsse, Seen, Quellen, nehmen daher unsere Aufmerksamkeit nicht weniger in Anspruch, als die Atmosphäre.

Einst war, durch alle Theile des Erdkörpers, hohe Wärme verbreitet; bei nach und nach eingetretener Abkühlung, die stets von Außen gegen das Innere vorschritt, wurde die Erd-Oberfläche fest. Dieses vorausgesetzt, sind höchst auffallende Unterschiede beim Verdampfen des Wassers, wie solches heutigen Tages statt hat, im Vergleich zu Ereignissen in der Frühzeit anzunehmen. Anfangs schwebte das Wasser im Dunstkreise; es verdichtete und senkte sich, um wiederholt emporgetrieben zu werden, um von Neuem Dämpfe zu bilden. Ein solcher Wechsel dürfte so lange angehalten haben, bis zwischen Erde und Atmosphäre der Kreislauf der Wasser in dem Maße geregelt wurde, wie er noch fortdauert. Gegenwärtig wirkt die innere Gluht nicht mehr auf die Außenfläche der Erde; darum muß die, von der Sonnen-Wärme verflüchtigte, Wasser-Menge ein ziemlich beständiges Verhältniß zeigen. Mit andern Worten: die Masse der Wasser nimmt in unseren Zeiten weder allmälig ab, noch vermehrt sich dieselbe. Von der Großkraft strömender Fluthen, in den ältesten Weltjahren, geben die heftigsten Gewitter, die furchtbarsten Ueberschwemmungen, wie wir solche kennen, nur sehr schwache Vorstellungen. — Nehmen wir das, zu Eis erstarrte, und in dieser festen Beschaffenheit verharrende, Wasser aus, so können Sie die gesammte Menge desselben als in einem Doppel-Zustande vorhanden betrachten: die größere Hälfte füllt Meeres- und See-Becken, das übrige Wasser ist im Kreislaufe begriffen, dampfförmig in der Atmosphäre, oder tropfbar-flüssig, es bewegt sich strömend und führt dem Meere wieder zu, was ihm durch Verdunstung entzogen wird.

Digitized by Google

Beim ersten flüchtigen Blick stellt sich reines Wasser — farblos, klar, durchsichtig, wie es ist — als von durchaus gleichartiger Beschaffenheit dar, frei von allen Meng- und Mischtheilen; und so galt dasselbe lange als einfacher Stoff, als Element. Seit dem Ende des letzten Jahrhunderts aber weiß man, daß jenes tropfbar-flüssige Wesen eine Verbindung zweier gasförmigen Elemente ist, des Wasserstoffes und des Sauerstoffes. Wasser entsteht, wenn Wasserstoff, beim Zutritt von Sauerstoff, verbrannt wird. — Die zusammengesetzte Natur des Wassers ist eben so leicht erweisbar, wie jene der Luft; Sie sollen sich sogleich davon überzeugen. Ihnen Allen ist der eigenthümliche Geruch bekannt, welchen man wahrnimmt, wenn Wasser auf heißes Eisen gegossen wird; ist das Eisen rothglühend, so sind auch Flammen-ähnliche Erscheinungen zu bemerken. Wird eine weißglühende Eisenstange zur Hälfte in Wasser gebracht, so steigen kleine Luftblasen auf, die am glühenden Eisen Feuer fangen und einige Augenblicke fortbrennen. Durch besondere Vorrichtungen läßt sich die Luft auffangen und wird, untersucht man dieselbe, als Wasserstoff-Gas befunden. Mit dem ins Wasser gebrachten Theile der Eisenstange gingen unterdessen denkwürdige Aenderungen vor. Wir werden solche später kennen lernen; ich beschränke mich für jetzt darauf, Ihnen zu sagen, daß die befragten Aenderungen darthun, das Eisen sey nicht mehr reines Metall, es habe Sauerstoff in sich aufgenommen. Da nun bloß Wasser und Eisen zum Versuche gedient, so müssen nothwendig Wasserstoff und Sauerstoff vom Wasser herkommen; auch haben Chemiker auf sehr verschiedenen Wegen den Beweis geführt. Durch sie sind wir belehrt worden, daß zwei Maas Wasserstoff-Gas auf ein Maas Sauerstoff-Gas erforderlich sind, um Wasser zu liefern. — Oft werden wir im Verfolg an die Wichtigkeit dieser Entdeckung vom Bilden und Zersetzen des Wassers uns erinnert sehen; zahllosePhänomene

Digitized by Google

wurden dadurch aufgeklärt, die man außerdem nicht zu enträthseln wußte.

Der gewöhnliche Sprach-Gebrauch unterscheidet harte und weiche Wasser, je nachdem mehr oder weniger fremde Substanzen beigemischt sind. Vollkommen rein findet man das Wasser — mit Ausnahme des bei lange anhaltendem Regen zuletzt niederfallenden — fast nie in der Natur; gewöhnlich enthält dasselbe gewisse Salze, Erdarten oder Gase; denn Wasser ist, auch bei seiner gewöhnlichen Temperatur, das Auflösungs-Mittel für sehr viele Körper. Mitunter finden sich solche Substanzen in zureichender Menge, um dem Wasser gewisse besondere Eigenthümlichkeiten zu verleihen. Es sind dieß Thatsachen, welche uns demnächst bekannter werden sollen. Hier begnüge ich mich, an die Mineral-Quellen zu erinnern; durch Beimischung mannigfaltiger Stoffe erlangen sie ihre Kraft.

Von den verschiedenen Zuständen des Wassers war im Vorhergehenden zu mehreren Malen andeutend die Rede; gehen wir nun zur genauen Betrachtung derselben über.

In gemäßigten Himmelsstrichen, bei gewöhnlicher Temperatur der Atmosphäre, bleibt Wasser tropfbar-flüssig. In solchem Zustande interessirt uns von dessen physikalischen Eigenschaften besonders sein Gewicht, auf dem nicht wenige bedeutende Erscheinungen und Verhältnisse beruhen. Wie Sie hörten (S. 61) gibt das Gewicht des Wassers das Maß beim Bestimmen der Eigenschwere anderer Körper. Reines Wasser besitzt, bei derselben Temperatur, stets genau das nämliche Gewicht; Meeres-, Fluß- und Brunnen-Wasser aber zeigen sich in solcher Beziehung sehr verschieden, je nach den festen Theilen, welche sie aufgelöst enthalten. — Die Oberfläche unbewegten Wassers ist vollkommen wagerecht; bei geringster Neigung des Bodens, auf dem Wasser befindlich, lauft dasselbe ab, vermöge seines flüssigen Wesens und

Digitized by Google

seiner Schwere: es senkt sich, so weit möglich, den tiefsten Stellen zu. — Auf alle Körper, welche Wasser berührt, übt es einen Druck aus; dadurch erklärt sich die Erscheinung des Schwimmens: Körper, leichter als eine Wassermasse von gleichem Umfang, sinken nicht unter, wenn man sie eintaucht; ihr Druck ist geringer, wie der Gegendruck des unter ihnen befindlichen Wassers, sie werden von diesem getragen. Je mehr fremde Substanzen in Wasser gelöst enthalten sind, um desto schwerer ist sein Gewicht, um desto größere Lasten vermag es zu tragen. Ein Ei, das im gewöhnlichen Wasser zu Boden sinkt, schwimmt, wenn Salz hinzugebracht wird.

Bei einer Wärme, welche den Siedepunkt erreicht, nimmt Wasser Luft-Gestalt an, es wird zu Dampf, der sich in der Atmosphäre verbreitet, wenn die Erhitzung in unverschlossenem Raume stattgefunden. So lange der Dampf heiß bleibt, bildet er eine, der Atmosphäre ziemlich ähnliche, Flüssigkeit; durch Abkühlung, auch durch mechanischen Druck, wird der Dampf wieder zu Wasser. Dampf nimmt einen 1700 Mal größeren Raum ein, als die Wasser-Masse, durch deren Erhitzen er entstand, und diese Fähigkeit sich auszudehnen, verleiht ihm seltene Grade von Druck und Tragkraft. Man hat die vielseitigsten und wichtigsten Anwendungen von jenen Eigenschaften gemacht. Ich erinnere an die, auf sehr einfachen physikalischen Gesetzen beruhenden, Dampf-Maschinen. Eine der mächtigsten, in den Bergwerken von Cornwall vorhandenen, kommt der Kraft von 1010 Pferden gleich; sie dient, Wasser aus den Gruben herauszuschaffen. Und in neuester Zeit hat man bei *St. Austle* in Cornwall, eine andere Dampf-Maschine erbaut, welche, beim ersten Versuche, die ungeheure Last von 125¼ Millionen Pfund, einen Fuß hoch emporhob; zur Feuerung war nur ein Scheffel Kohlen nöthig. — Es sind dieß wundervolle Kräfte, von denen man in alter Zeit nicht die dunkelste

Digitized by Google

Vorstellung gehabt. Durch die Dampf-Maschinen gelangte der Mensch in Besitz einer gewissermaßen unbegrenzten Macht; er weiß Fahrzeuge gegen Wind und Fluthen zu führen, Wagen zu bewegen, und hat die Erfindung im Gewerbwesen auf vielartigste Weise angewendet. Zahllose geologische Erscheinungen — und darunter solche, die zu den großartigsten und furchtbarsten gehören — würden unlösbare Probleme bleiben, gewährten uns nicht die Dämpfe, ihre Eigenschaft Körper leicht und innig zu durchdringen, und mehr noch die Macht, welche ihnen verliehen, in vielen Fällen sehr genügenden Aufschluß. Mit gutem Grunde spielen darum heiße Dämpfe wie Sie hören werden, in unserer heutigen Geologie eine so wichtige Rolle.

Daß Wasser-Dämpfe mit verschiedenen Substanzen beladen seyn können, ist Ihnen aus dem Vorhergehenden bereits bekannt; wie wichtig ein solches Verhältniß gar oft werden muß, dieß bedarf wohl nur der Erwähnung. In nicht wenigen Fällen sind Dämpfe ohne Zweifel allein zureichend, um gewisse, stets fortdauernde, Umwandelungen mineralischer Substanzen zu bewirken; bei weitem mächtiger war ihre Thätigkeit in früheren Weltaltern.

Bei einer Temperatur unter dem Nullgrad des Reaumurschen Thermometers, geht Wasser in festen Zustand über, es wird zu Eis. — Gefrorenes Wasser läßt der eigenthümlichen Erscheinungen gar manche wahrnehmen. Eis ist klar, durchsichtig, farblos, wie reines Glas, und dabei so fest, daß es gleich Steinen bearbeitet werden kann. Im strengen Winter des Jahres 1740 ließ Kaiserin Anna zu Petersburg, aus zwei bis drei Fuß dicken Blöcken des Neva-Eises, die wie Steine zugehauen waren, einen kleinen Bau aufführen. Das Innere bestand aus mehrern größern und kleinern Zimmern, mit Tischen, Stühlen und andern Mobilien, sämmtlich aus Eis verfertigt. Vor dem „Eis-Palast" standen

Digitized by Google

Eis-Pyramiden und Statuen, auch wurden ſechs, aus Eis gedrehte und gebohrte, Kanonen, mit Lavetten und Rädern von Eis, aufgepflanzt, ſo wie zwei Mörſer aus Eis. Die Kanonen waren Sechspfünder, welche drei Pfund Pulver gebrauchen; ſie wurden jedoch nur mit einem Viertelpfund geladen, und Kugeln von Werg, ja ſelbſt eiſerne, daraus geſchoſſen. Eine ſolche Kugel durchſchlug, in 60 Schritten Entfernung, ein zwei Zoll dickes Brett. Ohne zu zerſpringen, leiſteten die Kanonen mehr als einmal ihren Dienſt. Abends wurde der „Palaſt“ erleuchtet, das Eis bildete zahlloſe Prismen, in denen ſich die Lichtſtrahlen auf wundervolle Weiſe brachen. — Geht das Gefrieren ſchnell vor ſich, iſt Schnee mit dem Waſſer gemengt, oder befinden ſich Unreinigkeiten darin, ſo wird das Eis blaſig undurchſichtig, und graulichweiß von Farbe. In andern Fällen nimmt das Eis regelrechte Formen an, es kryſtalliſirt. Das Griechiſche Wort Kryſtall heißt ſo viel, als Eis. Die Alten gebrauchten es vorzugsweiſe, um den Bergkryſtall zu bezeichnen, der ihnen galt, als aus Waſſer gebildet, deſſen Gefrieren weit vollſtändiger ſtattgefunden, wie das gewöhnlichen Eiſes.

Wechſel von Gefrieren und Aufthauen, iſt fortdauernd eine ſehr wirkſame Urſache beim Zerſtören von Fels-Gebilden. Waſſer, welches in Spalten und Klüfte eindringt und zu Eis erſtarrt, zerreißt durch ſeine ausdehnende Gewalt die feſteſten Geſteine. So lange Waſſer im gefrornen Zuſtande beharrt, hält es das Zertrümmerte, einem bindenden Teige, einem Mörtel gleich, zuſammen; erſt nachdem Eis wieder zu Waſſer wird, fallen die getrennten Theile, die Stücke, die Maſſen auseinander. Unter Umſtänden wie die erwähnten, ſteht dem Waſſer eine Macht zu, welche man der des Schießpulvers, ſelbſt jener der Dämpfe, vergleichen kann. Dafür zeugen viele, aus dem gewöhnlichen Leben wohlbekannte, Thatſachen: Straßen-Pflaſter wird in die Höhe gehoben,

Digitized by Google

Brunnen-Röhren berſten, kräftige Bäume, ſtarke Mauern werden zerriſſen und geſprengt. Gefriert Waſſer in Räumen poröſer Geſteine, ſo erfolgt Trennung ihrer Theile; ſchon beim nächſten Thauwetter zerfallen ſie nicht ſelten zu Staub. Verſchiedenartiges Bau-Material verhält ſich keineswegs gleich, hinſichtlich des Widerſtandes, welchen daſſelbe dem Froſte leiſtet. Alle Zerſtörungs-Urſachen, die durch dieſen Einfluß des Waſſers bedingt werden, wirken in gemäßigten Himmelsſtrichen ſtärker, als in heißen Klimaten; am mächtigſten zeigen ſie ſich in Ländern, die den größten Temperatur-Aenderungen unterworfen ſind. Aegyptens Denkmale gelten als die älteſten und dauerhafteſten; in jenem Lande weiß man, wie bekannt, faſt Nichts von Regen. In Gebirgen, wo auffallender Wechſel von Hitze und Kälte herrſcht, wirkt das zwiſchen Geſtein-Spalten eindringende und gefrierende Waſſer mit unwiderſtehlicher Gewalt; ungeheure Felsmaſſen werden losgeriſſen und von den Bergen heruntergeſchleudert. In Grönland begleitet ein Donner-ähnliches Getöſe ſolche Ereigniſſe. Die Klippen vieler Küſten leiden mehr durch Froſt, als durch Wogen-Gewalt und durch Geſtein-Trümmer, welche Fluthen gegen ſie treiben. In allen Hoch-Gebirgen, die von engen Tiefthälern mit nackten ſteilen Gehängen durchſchnitten werden, war und iſt die Zerſtörungs-Urſache, von der wir reden, die Einfluß-reichſte. Wenn in ſehr heftigen Wintern das, in tiefe Spalten eingedrungene, Waſſer friert, ſo werden ſelbſt die feſteſten Felsmaſſen geſprengt. Im Jahr 1740, wo der Winter beſonders ſtreng geweſen, barſten hier und da in den Alpen ganze Lagen von Granit und Gneiß dergeſtalt auseinander, daß man nicht mehr auf gewohntem Wege von einem Theil des Gebirges zum andern gelangen konnte. Vermittelſt der Eiskeile werden Geſtein-Maſſen, welche nicht durch Pflanzenwuchs, oder durch ewigen Schnee geſchützt ſind, geſprengt und zerſtückt. Man findet ihre Oberfläche, bis auf die höchſten

Digitized by Google

Firsten, mit losen Fragmenten, mit eckigen, scharfkantigen Bruchstücken bedeckt; es sey denn, daß diese durch Regengüsse, durch Stürme und Lavinen, den Tiefen zugeführt werden. Ebel, so wohl vertraut mit den Erscheinungen des Schweizer-Hochlandes, bezeugt, daß die, ohne Unterlaß fortwirkende, Zerstörung an den erhabensten, am steilsten abgerissenen, Gebirgs-Partieen wahrhaft unglaublich sey. Während des Sommers geht fast keine Stunde vorüber, in der man nicht, an gewissen Seiten des Mont-Blanc und seiner nachbarlichen Felshörner losgesprengte Gesteinstücke herabstürzen sieht oder hört. Durch plötzlich eingetretenes starkes Thauwetter, durch lange anhaltenden heftigen Regen werden solche Phänomene besonders begünstigt. — Man hat die Eigenschaft gefrierenden Wassers, von welcher die Rede, in Gewerben nicht unbenutzt gelassen; sie dient unter andern zum Zertheilen von Schiefer-Platten. In Steinbrüchen gewisser Gegenden Englands werden dicke Schiefer-Blöcke aufrecht gestellt, so daß der Regen zwischen den Lagen eindringen kann; gefriert das Wasser, so sprengt es das Gestein in dünne Platten.

Was die geologische Wichtigkeit des Wassers, und des dasselbe erzeugenden Elementes, des Wasserstoffes betrifft, so darf man diese nicht bloß beurtheilen nach dem Wasser, welches Meere füllt und in Strömen sich bewegt, das dampfförmig im Dunstkreise verbreitet ist, oder in Hoch-Gebirgen und Polar-Gegenden als ewiges Eis getroffen wird; auch eingeschlossen im festen Gestein findet sich viel Wasser. Von dem, mechanisch zwischen Felsmassen vertheilten, Wasser, stammt zwar ohne Zweifel das meiste aus der Atmosphäre; die Gesteine dienen bloß als Behälter und geben dasselbe wieder an Quellen ab. Indessen ist sicher noch viel Wasser in Gebirgsmassen, auch in jenen, aus welchen Quellen hervorbrechen, eingeschlossen; sie müssen mehr oder weniger durchtränkt seyn mit dem Flüssigen, ehe sie solches wieder

Digitized by Google

entlassen. Ueberdieß haben chemische Zerlegungen, denen einzelne Mineralien, und die, aus ihrem Gemenge gebildeten, Felsarten unterworfen wurden, deren Wassergehalt dargethan. Bei manchen Mineralien gehört Wasser als wesentlicher Theil zu ihrer Zusammensetzung; entzieht man ihnen dasselbe, treibt man das Wasser durch Hitze aus, so büßen sie von ihren ursprünglichen Merkmalen mehr oder weniger ein, sie verlieren namentlich Glanz und Durchsichtigkeit.

Wenn ich im Vorhergehenden bemerkte: die Macht des Wassers habe sehr abgenommen im Vergleich zu früheren Zeiten, so wünsche ich nicht mißverstanden zu werden. Vom bedeutenden Einflusse des Wassers, von seiner Wirksamkeit bei den, ohne Unterlaß statthabenden, Zersetzungen und Bildungen im Mineralreiche, sollen Sie sich überzeugen. Wir werden sehen, daß Wasser nicht immer als Grund von Zerstörungen unserer Erd-Oberfläche zu betrachten ist, daß ihm vielmehr auch erhaltende, erzeugende Macht zusteht.

Das, was ich über Wasser, und seine Verhältnisse und Beziehungen zur festen Rinde unserer Erde, Ihnen zu sagen habe, dürfen Sie bei weitem nicht als geschlossen betrachten. Wie dieß bei der Luft der Fall war, so muß ich auch beim Wasser Vieles für den Verfolg meiner Vorträge aufsparen. Wir werden über flüssiges, dampfförmiges und erstarrtes Wasser noch gar Manches zu besprechen haben, wenn ich vom Meere, von Strömen und Quellen handle, von der Schnee-Grenze und von Gletschern, wenn die Vulkane, und alle mit ihnen zusammenhängende Phänomene uns beschäftigen.

Digitized by Google

Sechste Vorlesung.

Verbindungen von Gasen unter sich und mit andern Elementen.

Im großen Natur-Haushalte sind, außer der atmosphärischen Luft, noch andere Gase von Wichtigkeit. Ich gedachte in einer früheren Vorlesung bereits des Antheils, welcher jenen luftförmigen Wesen, in ihrem einfachen Zustande, bei geologischen Erscheinungen verliehen ist, bei Aenderungen, die unsere Erdrinde heutigen Tages erfährt, bei statt habenden Zersetzungen, Umwandelungen, und bei neuen Bildungen von Mineralkörpern. Wir müssen nun die zusammengesetzten Gase, die Mischungen von Gasen unter sich, und ihre Verbindungen mit andern Elementen betrachten, wie solche, und zum Theil sehr häufig, vorkommen, und von nicht weniger bedeutendem Einflusse sich zeigen, als Gase in ihrem Reinheits-Zustande.

Die Kenntniß der Natur ausströmender Gase, der Verhältnisse, unter denen sie erscheinen, der Ursachen, welche ihr Entstehen bedingen, sind für uns von keineswegs geringem Interesse. Gas-Ausströmungen dürfen übrigens nicht als beschränkt auf Landstriche angesehen werden, wo sich noch jetzt thätige Vulkane finden; man trifft sie auch in Gegenden, die, im strengen

Digitized by Google

Wortsinne, nicht als vulkanische zu bezeichnen, wo keine Spuren vergleichungsweise neuern vulkanischen Wirkens wahrzunehmen sind; es gelten dieselben sodann für Beweise dauernder chemischer Thätigkeit unterhalb der Erd-Oberfläche.

Die Gase, deren Betrachtung uns vorzüglich beschäftigen soll, sind: kohlensaures Gas, Kohlen-, Schwefel- und Phosphor-Wasserstoff-Gas, salzsaures und schwefeligsaures Gas.

Manche dieser Gase hätten, aus Gründen, welche später einleuchten werden, auf Doppel-Stellen Anspruch; ich könnte ihrer auch bei den Säuren erwähnen; allein das ist für unsere Absichten mehr außerwesentlich.

Wo Kohlen verbrannt werden, bildet sich ein Gas eigenthümlicher Art. Sie Alle hörten ohne Zweifel von den unglücklichen Zufällen, welche durch brennende Kohlen in verschlossenen Zimmern veranlaßt wurden. — Bei solchen Processen tritt frei werdender Kohlenstoff zum Sauerstoff der Atmosphäre. Die neu entstandene Verbindung bezeichnet man als kohlensaures Gas, wenn sie Luft-Gestalt hat; sie heißt Kohlensäure, so lange dieselbe in andern Substanzen enthalten ist; denn auch ein solches Verhältniß gehört zu den in der Natur ungemein häufig vorhandenen. Oft wird jedoch, der Kürtze halber, von Kohlensäure gesprochen, wo man es mit kohlensaurem Gas zu thun hat, so daß uns beide Ausdrücke als gleichbedeutend gelten können.

Unter den Eigenschaften der Kohlensäure will ich vor Allem ihrer heilbringenden Kraft, und ihrer höchst gefährlichen Wirkungen gedenken. In geringer Menge, untermischt mit atmosphärischer Luft, genossen, ist sie der Gesundheit zuträglich. Ebenso wirkt kohlensaures Gas dem Wasser, dem Biere, dem Weine beigemengt, nicht nachtheilig, sondern im Gegentheile erfrischend. Wird jedoch das Gas in reiner Gestalt

Digitized by Google

eingeathmet, so zerstört es Menschen- und Thierleben. Auf letztere Eigenschaft bezieht sich der Ausdruck mephitische Luft, wie das Gas wohl auch genannt wird. — Ehe wir weiter gehen, nur zwei Beispiele. Unfern Outsere im Kaukasus kennt man eine Stelle, wo, nahe bei einer alten Kirche, Entwickelungen dieses Gases statt haben. Erschöpfte, kranke Pilger wallfahrten an den Ort, um durch Einathmen der Luft sich zu laben und zu heilen. In recht auffallendem Gegensatze mit den heilbringenden Gas-Quellen von Outsere, steht das Todtenthal unfern des Berges *Diejeng* auf Java, das vergiftete Thal, von Eingebornen *Guwo Upas* genannt. Der Anblick ist furchtbar. Auf dem flachen Grunde, der baumlos ist, wo selbst jede Spur von Vegetation vermißt wird, liegen Gerippe von Tigern, Schweinen, Hirschen, besonders häufig aber von Vögeln. Auch Menschen-Skelette sollen gefunden worden seyn. Hunde fallen nach wenigen Minuten bewegungslos nieder, wenn man dieselben zwingt, hinabzugehen; Vögel sterben, ehe sie den Boden erreichen. Die nächsten Bäume, alle Sträucher in der Umgegend sind dürr und nähren sich höchst kümmerlich.

Wie Kohlensäure beim Verbrennen entsteht, habe ich gezeigt, auch wurde angedeutet, daß sie in gewissen Landstrichen aus der Erd-Oberfläche hervordringe. Aber es macht diese Säure zugleich einen wesentlichen Bestandtheil nicht weniger Mineralkörper aus; sie erscheint an diese gebunden, daher der Ausdruck fixe Luft, womit man früher die Kohlensäure zu bezeichnen gewohnt war. Ferner ist unsere Säure in der atmosphärischen Luft enthalten; sie bildet sich bei sehr vielen chemischen Processen, beim Athmen, bei der Gährung, bei der Fäulniß. Die Luft, welche Thiere ausathmen, ist kohlensaures Gas; Pflanzen, welche im Schatten wachsen, geben dieses Gas von sich.

Digitized by Google

Wir haben diese Thatsachen, in so fern solche von geologischer Bedeutung sind, die damit verbundenen Erscheinungen, und die Eigenschaften näher kennen zu lernen, welche unser Gas unter verschiedenen Umständen wahrnehmen läßt. Sie werden sich bald überzeugen, daß die mannigfaltigen merkwürdigen Phänomene, von denen ich zu reden habe, auf einfachste Weise zusammenhängen. — Vorher die, wohl nicht überflüssige, Bemerkung, daß der Name Kohlensäure darauf sich bezieht, daß dieselbe mehrere Eigenthümlichkeiten mit Stoffen gemein hat, die wir später als Säuren betrachten werden.

Die Gegenwart der Kohlensäure im Mineralreiche, namentlich in Kalksteinen und in Kreide, läßt sich durch sehr leicht ausführbare Versuche darthun. Werden kleine zerstoßene Gesteine der Art mit Salpetersäure, mit Schwefel- oder mit Salzsäure übergossen, so findet Zersetzung derselben statt; unter lebhaftem Brausen entweicht eine Luftart, und die zum Versuche angewendete Säure verbindet sich mit der Kalkerde. Unterwirft man Gesteine, wie die erwähnten, in offenem Raume, dem Einflusse starker Hitze, so wird gleichfalls ein Gas ausgetrieben. Wir haben es, in beiden Fällen mit dem nämlichen Gas zu thun, mit luftförmiger Kohlensäure. Sie war an die Kalk-Gesteine, an die Kreide gebunden, und mußte den stärkern Säuren weichen. — Kalksteine gehören, wie bekannt, zu den sehr allgemein verbreiteten Felsarten, und dadurch, daß die Kohlensäure an deren Zusammensetzung wesentlichen Antheil nimmt, erlangt sie hohe geologische Bedeutung. Man hat berechnet, daß eine Kalkmasse von drei Fuß Länge, drei Fuß Breite und von eben so viel Höhe, 16,000 Kubikfuß kohlensauren Gases enthalte. Dieß gibt einen Begriff von der ungeheuern Menge der, in unserer Erdrinde, verbreiteten, Kohlensäure.

Farblos, unsichtbar, wie das Gas ist, vermag unser Auge

dasselbe nicht wahrzunehmen; allein besondere Merkmale verrathen das Eigenthümliche seines Wesens. Fängt man jenes Gas in Glas-Glocken auf, und bringt einen glühenden Holzspahn hinein, so verlöscht dieser augenblicklich. Gießt man das Gas, aus Gefäßen mit weiter Mündung, auf ein Licht, so hört dasselbe sofort auf zu brennen. Solche Erscheinungen ergeben, daß wir es mit einer, vom Sauerstoff-Gas (S. 113) gänzlich verschiedenen, Luftart zu thun haben.

In tausend Theilen unserer Atmosphäre ist Kohlensäure, dem Volumen nach, nur zu einem Theile enthalten. Auf den erhabensten Stellen unserer Erd-Oberfläche bleibt, wie Sie wissen, dieß Verhältniß unverändert, und in ihm liegt viel Begünstigendes für das Pflanzen-Wachsthum. Größere Kohlensäure-Mengen würden nachtheilig einwirken und das vegetative Leben zerstören.

In nicht wenigen Gegenden, besonders in Landstrichen, wo erloschene oder noch thätige Vulkane vorhanden, dringt kohlensaures Gas in Luft-Gestalt, aus Rissen empor, es entweicht durch Spalten und andere Oeffnungen in der Erdrinde, oder man findet dasselbe in Quellen; denn unser Gas ist in Wasser lösbar, so daß dieses, je nachdem Temperatur und Druck verschieden sind, bald mehr, bald weniger davon in sich aufnimmt.

Quell-Wasser, reich an Kohlensäure, schäumen, sie brausen in Gläsern, wie gährende Flüssigkeiten. Ihr Geschmack ist erfrischend, angenehm-säuerlich, und dabei sind ihnen gewisse Heilkräfte eigen. Im Ueberflusse ist das Gas im bekannten Selterser-Wasser enthalten, das bis nach beiden Indien verführt wird.

Unter den Landstrichen, in denen, zu frühester Zeit, die Feuerberge sehr großartig gewirkt, und wo, heutigen Tages noch, heiße Quellen, und aus dem Boden aufsteigende Gasarten, sich als letzte Zeichen in den Erdtiefen fortdauernder Vulkanität zu erkennen geben, ist die Auvergne einer der denkwürdigsten. Für

Digitized by Google

unsere gegenwärtige Absicht, macht sich das Becken der Limagne besonders wichtig. Die ganze Vertiefung, welche der Allier durchfließt, dürfte ein Binnensee, vielleicht eine Reihe von Binnenseen, gewesen seyn. Granitische Höhen, vulkanische Kegelberge, umziehen, einem Kranze gleich, das Becken. Die Tiefen nehmen Kalk-Ablagerungen ein; sie sind Absätze Kalk-haltiger Quellen, die der Landstrich noch in großer Zahl aufzuweisen hat, und Niederschläge aus jenen Seen. Die meisten dieser Kalke enthalten sehr viele Kohlensäure, und seit undenklicher Zeit entsteigt kohlensaures Gas allen Rissen und Spalten des Kalk-Bodens. Die Menge, welche jährlich hervorbricht, gehört zu den interessantesten geologischen Phänomenen. Wo Aushöhlungen im Boden gemacht werden, da sammelt sich das Gas an; läßt man Lichter in Brunnen hinab, so verlöschen sie sogleich; auch gibt es Stellen, wo das Gas sich besondere Auswege bahnte und in Menge hervorströmt. Die *„fontaine empoisonnée,"* die vergiftete Quelle, unfern *Aigueperse* verdient, in letzterer Beziehung, vor Allem Ihre Aufmerksamkeit. Inmitten einer Vertiefung des Bodens steigt, aus rundlicher Oeffnung, kohlensaures Gas in größter Häufigkeit und anhaltend empor. Gewöhnlich trifft man die Weitung mit schlammigem Wasser erfüllt; aus diesem hat die Luft-Entwickelung unter Geräusch statt, so daß das Phänomen, zumal während der Regenzeit, in gewisser Weite hörbar ist. Ihren Namen trägt die Quelle davon, daß Thiere, welche dem Orte nahen, augenblicklich todt niederfallen. — Sehr irren würde man, wollte man glauben, das Wasser nähme hier, wie dieß in andern Gegenden der Fall, bei seinem Laufe durch die Kalk-Bänke, das Gas in sich auf. Nicht im Bereiche des Kalkes entspringt die Kohlensäure; hier wird sie nicht erzeugt. Thatsachen, deren Wichtigkeit Sie später keineswegs verkennen werden, sprechen dafür, daß das Gas durch die kalkigen Lagen nur hindurch zieht, daß es aus Spalten

Digitized by Google

und Rissen im Granit-Gebilde hervordringt, auf welchem der Kalk ruht. Auch die nicht unbedeutenden Wärme-Grade so vieler, Kohlensäure haltiger, Quellen weisen darauf hin, daß die Kohlensäure-Entwickelungen in den Erdtiefen statt haben, daß das Gas von hier emporsteigt. Säuerlinge — so nennt man die, mit kohlensaurem Gas in reichem Maße beladenen, Quell-Wasser, zeigen meist höhere Temperatur als benachbarte Quellen süßer Wasser. Keine Hypothese erklärt den Ursprung dieser Wärme einfacher und genügender, als die, nun nicht mehr zu bezweifelnde, Temperatur-Zunahme gegen das Erd-Innere hin. Als interessanter und recht augenfälliger Beweis, möge folgende Thatsache dienen. In gewissen Gruben der Auvergne, welche man in granitischen Gesteinen betreibt, häuft sich mitunter das, aus den Tiefen aufsteigende, kohlensaure Gas am Boden der Stollen in dem Grade, daß die Füße der Arbeiter sehr merkbar davon erwärmt werden.

Unter vielen andern Landstrichen, in welchen alte Vulkane einst ihr Wesen getrieben, und die noch Kohlensäure-Entwickelungen aufzuweisen haben, nenne ich Ihnen die Ufer des Rheines. Um den Laacher-See herum, und im Brohl-Thale unfern Andernach, strömt das Gas, nach den Versuchen und Berechnungen Bischofs — des Chemikers zu Bonn — in ungeheuerer Menge aus.

Dem Erdbeben, das Neu-Granada 1827 verwüstete, folgten, mit wundervoller Regelmäßigkeit, in Zwischenräumen von 30 zu 30 Sekunden, heftige Detonationen; sie waren im ganzen *Cauca*-Thale hörbar. An mehreren Orten bekam die Erde Risse, denen Gase mit Heftigkeit entströmten; Schlangen und Ratten fand man todt in ihren Schlupfwinkeln. Boussingault's Untersuchung der, den Feuer-Bergen der Aequatorial-Zone Amerika's entsteigenden, Gase ergab, daß alle von derselben

Digitized by Google

Zusammensetzung sind; sie bestehen aus einer sehr großen Menge Wasserdampf, aus Kohlensäure, Schwefel-Wasserstoff — den wir bald kennen lernen werden — und mitunter auch aus Schwefeldampf.

Im Neapolitanischen, im Römischen, in Toskana, sind der Orte viele, wo sich Kohlensäure entwickelt. Höchst wahrscheinlich ist, unter ganz Süd-Italien, in verhältnißmäßig nicht bedeutender Tiefe, eine Quelle vulkanischen Feuers vorhanden. „Wirkt dieß Feuer," sagt H. Davy, „auf den Kalkstein des Apenninen-Gebirges, so muß es beständig Kohlensäure aus ihm entwickeln; diese steigt empor bis zum Ursprunge der, durch Niederschläge atmosphärischen Wassers gebildeten, Quellen, welche die Säure in sich aufnehmen und nun die Fähigkeit erlangen, Kalkerde zu lösen; so werden denkwürdige Phänomene bedingt, über die ich, in einer spätern Vorlesung, Ihnen Rechenschaft zu geben habe.

Bei vielen thätigen Vulkanen erfolgen, am Ende großer Eruptionen, Ausströmungen von kohlensaurem Gas in Menge. Sie sind die letzten dieser großen Phänomene, die ruhigsten, aber vielleicht auch die furchtbarsten. Die Mofeten — von der Bedeutung des Wortes habe ich gesprochen (S. 111) — erscheinen oft erst nach Wochen und Monaten, wenn die Eruptionen vorüber sind. Die Ausgrabungen von Pompeji wurden nicht selten durch Mofeten unterbrochen. Am ganzen Umfange des Vesuv's, sagt Leopold von Buch, steigt das Gas in Kellern, auf Feldern, in Gärten, zwischen den Reben hervor; aus der Mitte unfruchtbarer Schlacken-Haufwerke, wie aus der herrlichsten Dammerde und in den dichtesten Wäldern. Keineswegs bloß nahe bei Lavenströmen, oft sehr weit vom Mittelpunkte der Verwüstung. Durch nichts ist die Erscheinung vorher verkündet; von ihrer Gegenwart belehren erst die verderblichen Wirkungen. Ruhig treibt der Landmann, nachdem Monate seit dem Ausbruche des

Digitized by Google

Feuerberges verstrichen, sein Lastthier auf sicherem Wege zur Stadt; plötzlich fällt das Thier um, erstickt, der Führer ist zu schleuniger Flucht gezwungen. Vögel liegen todt um solche Orte her, denen Mofeten entströmen; Pflanzen verdorren, und nicht allein niedere, auch weit emporragende Bäume sterben ab. — An sehr vielen Stellen brechen, unter Verhältnissen, wie die erwähnten, oft zugleich Mofeten aus. Nach der Vesuvischen Eruption von 1767 hörte man allein von sieben und vierzig Orten, die, wegen ihrer Gas-Ausbrüche, als tödtend bekannt waren. Das Gas breitete sich, bald mehr bald weniger weit, auf der Gebirgs-Oberfläche aus; eine, stellenweise mehrere Fuß hohe, Schichte bildend, schwebte es auf dem Boden fort, ohne sich zu erheben, und drohte jedem lebenden Wesen, das nicht schnell aus seinem Bereiche sich zurückziehen konnte, mit unvermeidlicher Erstickung. In den Wäldern um den Vesuv fand man, nach dem großen Ausbruche von 1791, eine unglaubliche Menge von Hasen, Rebhühnern und Fasanen getödtet. Im Meere bei *Resina* liefen die Fische, durch Mofeten vom Boden vertrieben, auf der Oberfläche des Wassers freiwillig in die Fischer-Netze. In der königlichen Kapelle zu Portici stürzte der Sakristan bewußtlos nieder, als er die Pforte öffnete; hier hatte sich die tödtende Luft angehäuft.

Von der langen Dauer solcher Erscheinungen zeugt namentlich die „Hundsgrotte“ bei Neapel. (Fig. 1 auf Taf. VII.) Seit vielen Jahrhunderten ist sie berüchtigt ihrer tödtlichen Ausdünstungen wegen. Am *Agnano*-See, in einer Bergwand, findet man die Grotte, die sehr wahrscheinlich Werk der Kunst ist, durch Ausgrabung entstanden. Eine kleine Thür verschließt den Eingang. Der innere Raum ist nicht bedeutend; die Länge mißt 15, die Breite 5 Fuß. An der Oeffnung beträgt die Höhe 7 F.; da jedoch die Decke sich gegen das Berg-Innere senkt, so hat die Grotte im Hintergrunde nur 3 F. Höhe. Aus dem Tiefsten steigt

Digitized by Google

ſtets kohlenſaures Gas in Menge auf. Alte Schriftſteller ließen ſich viel Uebertreibungen in Hinſicht der Natur des Gaſes, und ſeiner Wirkungen, zu Schulden kommen. Sie erzählten mitunter furchtbare Dinge, und redeten ſogar von arſenikaliſchen Dämpfen. Ihrer größern Schwere wegen kann die verderbliche Luft nicht den ganzen Raum füllen; einem dichten, weißlichen, oben ſcharf abgeſchnittenen Nebel gleich, ſchwebt ſie auf dem Boden. Nur wenn die Gas-Schichte bis zur Höhe von 14 Zoll anwächst, ſtrömt dieſelbe über die Schwelle der Grotte hinaus. Schon am Eingange empfindet man übrigens den, kohlenſaures Gas bezeichnenden, ſchwach ſäuerlichen Geruch. Lichter, Fackeln, verlöſchen augenblicklich, ſo wie man ſie der Gas-Schichte nahe bringt; Piſtolen geben hier nicht einmal Feuer-Funken. Je nach dem Verſchiedenartigen des Körperbaues und der Natur, erliegen Thiere früher oder ſpäter der gefährlichen Einwirkung. Vögel, welche das Gas einathmen, fallen ſogleich todt nieder. Fröſche können ohne Nachtheil ſtundenlang darin verweilen. Gewöhnlich bringt man Hunde in die Höhle, und läßt ſie, zur „Unterhaltung“ Reiſender, ſo lange darin, bis ſie in Scheintod verſinken. Daher der Name Hundsgrotte. Der Fremden-Führer „*Cicerone*,“ welcher den Schlüſſel zur Pforte bewahrt, zerrt das ſich ſträubende Opfer zur verhängnißvollen Grotte; denn der Hund kennt die Gefahr, welche er zu beſtehen hat. Gewaltſam wird das abgemagerte, vor Angſt zitternde Thier mit dem Kopfe gegen den Boden niedergedrückt. Keine Minute vergeht, ſo verfällt der Hund in Zuckungen; er ſchäumt, ſeine anſchwellenden Augen fangen an zu erſtarren; die Zunge, im weit geöffneten Rachen, färbt ſich blau; und nach acht bis neun Minuten ſind alle Glieder erſchlafft, jeder Spannkraft beraubt. Schnell bringt man nun das Thier ans Tageslicht; unter convulſiviſchen Bewegungen ſchwankt und taumelt daſſelbe hin und her, bis es ſich endlich

Digitized by Google

erholt. Man pflegt auch wohl den scheintodten Hund mit Waſſer zu begießen, oder in den nahen *Agnano*-See zu tauchen, um ihn ins Leben zurückzurufen. Hunde, die man zu dem grauſamen Kunſtſtücke verwendet, werden nicht alt; manche ſollen den Verſuch nur zwölf bis fünfzehn Mal überleben. König Karl VIII von Frankreich ließ, als er Neapel erobert hatte, einen Eſel in die Grotte bringen. Dem Statthalter Toledo genügte kein Thier; er wollte den Verſuch an Menſchen ſehen und wählte zwei Türken-Sklaven, die auch wirklich umkamen. — Menſchen, welche, um die Wirkung des Gaſes kennen zu lernen, ſich in der Mitte der Grotte ſo weit neigten, daß ſie den Boden berührten, empfanden bald Stechen in den Augen, einen eigenen Reitz in der Naſe, brennendes Jucken in den Beinen, bis endlich beſchwerliches Athemholen eintrat, als warnendes Zeichen, daß der Verſuch nicht lange mehr ungeſtraft fortzuſetzen war. — In Auvergne gibt es nicht wenige Grotten, welche kohlenſaures Gas enthalten. Einige befinden ſich umſchloſſen von Lava. Der Boden iſt derſelbe, wie jener der Ebenen; er beſteht aus Kalk, über welchen Lava ergoſſen worden. Hier ließen ſich die Phänomene der „Hundsgrotte“ wiederholen; die Auvergnaten ſind nur bis jezt nicht auf den Gedanken gerathen, aus der Neugierde Reiſender Vortheil zu ziehen, gleich den Bewohnern von *Pozzuoli*. Uebrigens bleiben die Grotten in Auvergne keineswegs unbenutzt: ſie dienen zu Speiſe-Kellern; denn man hat die Erfahrung gemacht, daß Fleiſch und andere Dinge, welche in Fäulniß übergehen, hier während der heißeſten Sommerzeit, trefflich erhalten werden.

In alten, wenig beſuchten Kellern, in tiefen Brunnen, ſammelt ſich kohlenſaures Gas ſehr oft in außerordentlicher Menge an, ſo daß es die Urſache plötzlicher Erſtickung derjenigen werden kann, die in ſolche Räume hinabſteigen. Nie ſollten ſich Arbeiter an Orte der Art wagen, ohne vorher ein brennendes Licht

Digitized by Google

hinunterzulaſſen; nur wenn das Licht nicht verlöſcht, kann die Tiefe ohne Gefahr beſucht werden.

Die „böſen Schwaden“ in Steinkohlen-Bergwerken ſind kohlenſaures Gas. — Ungewöhnlicher iſt das Vorkommen in Erzgruben. Frankreich, England und Amerika haben einige Beiſpiele aufzuweiſen. Bei *Pontgibaud* in Auvergne füllt das Gas — nach Fournet, einem wohlerfahrenen Franzöſiſchen Geologen, — Spalten, Riſſe und Druſenräume, ja alle Poren des Erzganges. Unter ſtark ziſchendem Geräuſche, oft mit furchtbarem Lärmen, hat ſein Entweichen ſtatt. Zuweilen beobachtet man eine Art periodiſchen Ausſtrömens, in Zwiſchenräumen von 15 zu 15 Minuten. Herrſchende Weſtwinde, ſtürmiſches Wetter, ſollen das Phänomen häufiger hervorrufen. — Kohlenſaures Gas wird auch durch unterirdiſche Vegetation gebildet, durch, in Tiefen wachſende Schwämme und Flechten, ſo wie durch fäulnißartige Zerſetzung des Holzes, womit Gruben ausgezimmert ſind. Mitunter zeigt es ſich in Geſtalt blauer Wölkchen oder grauer Nebel.

Ehe ich abbreche, noch die Bemerkung, daß Kohlenſäure bei den Aenderungen, welche an der Oberfläche unſerer Erde ſtets vor ſich gehen, beſonders thätigen Antheil nimmt. Es iſt jedoch die chemiſche Wirkung der Kohlenſäure in ſo innigem Zuſammenhange mit der des Waſſers, daß wir beide kaum beſonders betrachten können. Dieſelbe Thätigkeit, welche die, in Waſſer aufgelöste, Kohlenſäure äußert, iſt ihr auch im luftförmigen Zuſtande eigen.

Das Ihnen bekannte Waſſerſtoff-Gas (S. 115) geht mancherlei Verbindungen mit andern Körpern ein. Uns intereſſiren beſonders jene mit Kohlenſtoff, Schwefel und Phosphor.

Das Kohlen-Waſſerſtoff-Gas, von dem ich zunächſt zu reden habe, trägt ſeinen Namen nach beiden, in ihm verbundenen,

Digitized by Google

Urſtoffen. Es iſt eben ſo merkwürdig wegen der mannigfaltigen Art des Vorkommens, als bedeutend durch ſonderbare Erſcheinungen, welche daſſelbe hervorruft, um ſeiner Anwendung fürs geſellige Leben willen, endlich der Gefahr halber, die es bringen kann. Man entdeckte lange zuvor die Brennlichkeit des Gaſes, ja man kannte ſeine Anwendung zum Beleuchten und Heitzen, und die Eigenſchaft, ſich in Röhren weiter leiten zu laſſen, ohne die Gegenwart eines andern Elementes im Waſſerſtoff-Gas geahnt zu haben. Perſiſche und Oſtindiſche Prieſter wußten Gewinn daraus zu ziehen; heutigen Tages noch dient es, hin und wieder, zu ihren Phantasmagorieen, zu ihren „ewigen Feuern.“

Alle Natur-Reiche liefern Material, um Kohlen-Waſſerſtoff-Gas entſtehen zu laſſen. Sehr gewöhnlich bildet es ſich auf moraſtigem Boden ſtehender Waſſer. Zerſetzungen von Thier- und von Pflanzen-Stoffen erzeugen, zumal in heißer Jahreszeit, ſogenannte Sumpfluft. In nicht minder häufigen Fällen ſtammt das Gas aus dem Mineral-Reiche ab. Ich werde die bedingenden Urſachen ſogleich näher andeuten, betrachten wir zuvor Art und Weiſe, wie unſer Gas erſcheint. Entwickelungen deſſelben an der Erd-Oberfläche, aus Riſſen, aus Spalten der Fels-Schichten, kennt man an vielen Orten. Theils ſtrömt das Gas in einzelnen Strahlen hervor, theils werden dieſe zu mehreren, gleichſam gruppenweiſe, auf Räumen von gewiſſer Länge und Breite getroffen. Der Boden mancher Orte enthält das Gas in ſolcher Menge, daß ein hineingeſtoßenes Schilfrohr zureicht, um ſogleich das Ausſtrömen eines Strahles zu bewirken, der zur Beleuchtung oder zum Kochen benutzt werden kann. Siebenbürgiſche Hirten pflegen an den Flammen ihre Maiskörner zu röſten. Vielen, die an ſolchen Feuern einſchliefen, verbrannten Kleider oder Hüte. Mitunter zeigen ſich die Phänomene am Ufer von Bächen, ja aus dem Bette derſelben bricht hin und wieder Gas

Digitized by Google

aus. Dieß iſt unter andern bei Bedlay, nicht weit von Glasgow, der Fall; man kennt hier die Thatſache ſchon länger als zwanzig Jahre. Auch im Staate New-York wurden ähnliche Erſcheinungen wahrgenommen. — Die, auf ſolche Weiſe, aus dem Boden ruhig emporſteigenden, bald auch gewaltſam hervorbrechenden, Gaſe fangen Feuer bei Annäherung eines Lichtes, einer Fackel, eines entzündeten Strohbüſchels. Die ſchönen, weißen oder gelblichen Flammen lodern, äußerſt beweglich und zitternd, aber rein und ohne allen Dampf, empor. In der Höhe theilen ſie ſich nicht ſelten, indem dieſelben in mehreren Spitzen endigen. Das Brennen hält längere oder kürzere Zeit an. Bei manchen Gas-Quellen wurde es nur durch heftige Stürme, oder durch abſichtliches Auslöſchen unterbrochen. - Einige Flammen erheben ſich fünf Fuß und darüber, andere erreichen bloß eine Höhe von wenigen Zollen. Stampft man den Boden mit Füßen, oder wird das Erdreich mit einem Stocke aufgerührt, ſo zeigen ſich die Flammen lebhafter. Selbſt unter Schnee brennen Gas-Ströme fort. Die Hitze, welche die Flamme um ſich verbreitet, iſt beträchtlich; gewiſſe Geſteine des nachbarlichen Bodens wechſeln die Farbe, andere erlangen das Ausſehen zerbröckelter Ziegelſteine u. ſ. w. — In der Nähe des Dorfes *Fredonia* in New-York, zwei Meilen vom *Erie*-See gelegen, liefert die Natur eine vollſtändige Beleuchtungs-Anſtalt, wie wir ſie in Städten mit Mühe künſtlich ſchaffen. Beim Abbrechen einer Mühle, deren Bauwerk theilweiſe in den kleinen Fluß *Canadaway* reichte, nahm man aus dem Waſſer aufſteigende Blaſen von Kohlen-Waſſerſtoff-Gas wahr. Nun wurde ein Bohr-Verſuch gemacht, und wie man, in gewiſſer Tiefe, eine Lage bituminöſen Kalkes getroffen hatte, ſo brach durch die Oeffnung das Gas hervor, welches geſammelt wird und, in Röhren nach allen Theilen des Dorfes geleitet, zur Beleuchtung dient. — Den großartigſten, hierher

Digitized by Google

gehörenden Erscheinungen, ist ohne Widerrede das „Feuer-Feld“ am westlichen Ufer des Kaspischen Meeres beizuzählen. Dem Boden des ganzen Landstriches entsteigt Kohlen-Wasserstoff-Gas. Das Phänomen zeigt sich häufig, ohne indessen konstant zu seyn. Zuweilen hat es das Aussehen, als flößen Lichtströme am Gehänge hin, als rollten Feuermassen von Bergen herab, so daß diese zur Nachtzeit sich im hellsten Glanze darstellen. — Haupt-Sammelplatz der Feuer-Anbeter war die Stadt Baku. Alte Persische Schriftsteller berichteten schon von der „heiligen Flamme des Universal-Feuers,“ und Gläubige wähnen, daß sie bis zum Weltende nicht verlöschen werde.

Den neuesten und umfassendsten Bericht gab Eichwald*. Nähert man sich Baku zur Abendzeit, so sind schon von weitem vier Flammensäulen sichtbar. Sie steigen hoch empor und erhellen die ganze Gegend. Durch ein Portal gelangt der Reisende in den stark erhellten, geräumigen Hof. Ueberall brechen kleine Flammenlichter aus dem Kalkstein-Boden; jene vier Haupt-Flammen werden in Röhren aufwärts geleitet. Ringsumher, an den innern Wänden der, den heiligen Ort begrenzenden, Mauer, finden sich die Zellen hier lebender Indier und ihres Ober-Priesters. — Auch unfern des Dorfes Klein-Saros in Siebenbürgen ist ein sogenanntes „ewiges Feuer“ vorhanden. Seit Menschen-Gedenken weiß man, von einer beinahe kreisrunden Stelle, — die Eingebornen nennen sie *Zugo*, — wo mehrere Gruben sich befinden, deren größte nicht viel über 12 Fuß Breite und Tiefe mißt. Einige dieser Weitungen sind trocken, andere voll Wasser. Wird angezündetes Stroh in die Gruben gebracht, oder machen sich Hirten Feuer in deren unmittelbarer Nähe, so hat augenblickliche Entzündung des, aus der Tiefe aufsteigenden,

* Reise auf dem Kaspischen Meere und in den Kaukasus.

Gases statt; es brennt mit kleinen und größern Flammen. — In nicht wenigen andern Gegenden trifft man Phänomene ähnlicher Art. Es würde ohne Nutzen und von keinem Interesse seyn, wollte ich alle einzelnen Beispiele aufzählen. Nur der in den Apenninen vorhandenen „Feuer" möge noch gedacht werden. Das berühmteste ist jenes bei *Pietra mala*, wo Flammen von drei Fuß Durchmesser bis zu fünf Fuß Höhe emporsteigen.

Dieß sind die Erscheinungen, welche, an der Erd-Oberfläche statt habende, Ausströmungen unseres Gases wahrnehmen lassen. In andern Fällen erfolgt das Hervorbrechen in den Erdtiefen. Vielen Steinkohlen-Gruben und gewissen Steinsalz-Bergwerken ist das Phänomen eigen. In Steinkohlen-Ablagerungen haben Zersetzungen statt; sie liefern den bestimmtesten Beweis für die Fortdauer chemischer Processe, für anhaltendes Entstehen dieser und jener Gasarten in den Tiefen. Es gehen Zersetzungen der Kohlen und der sie begleitenden bituminösen Felsarten vor sich, wobei zumal Eisenkiese eine wichtige Rolle spielen. Die „schlagenden Wetter," die „feurigen Schwaden" der Bergleute — *Blowers* in Nord-England, *Grisou* in gewissen Gegenden von Frankreich — bestehen vorzüglich aus Kohlen-Wasserstoff-Gas. Es dringt in größern oder geringern Quantitäten aus Kohlen-Lagen hervor, und kann in Gruben außerordentlich gefährlich werden. Kommt das Gas mit atmosphärischer Luft in Berührung, und mengt sich damit, so erfolgen mehr und weniger heftige Detonationen, Erscheinungen, deren Schilderung ich aufspare, bis demnächst von den Steinkohlen die Rede ist. Nur um Ihnen von der furchtbaren Heftigkeit solcher Explosionen einen Begriff zu geben, erwähne ich hier einer Thatsache, welche sich, während des Jahres 1817, unfern Lyon zutrug. In einer der Steinkohlen-Gruben hatten die schlagenden Wetter sich sehr angehäuft. Sie fingen am Lichte eines Bergmannes, den

Digitized by Google

Digitized by Google

VII.

Digitized by Google

Digitized by Google

man in der Tonne hinabließ, Feuer. Alle Gegenstände, welche sich im Schachte, und unmittelbar über demselben befanden, Holzwerk, Tonne, Seil, wurden, im Augenblicke zu sehr großen Höhen in die Luft geschleudert und weit umher zerstreut. Ein Arbeiter, der an der Schacht-Oeffnung stand, fühlte sich gewaltsam aufgehoben, und, als würde er aus einem Mörser abgeschossen, fuhr derselbe 300 Fuß weit, fiel jedoch, ohne Schaden zu nehmen, auf morastigem Wiesengrunde nieder. Der unglückliche Bergmann, welcher sich im Mittelpunkte der Explosion befunden hatte, starb an seinen Wunden. — In der Szlatinaer Steinsalz-Grube, im Marmaroscher Komitate, ungefähr 270 Fuß unter Tag, entwickelt sich Kohlen-Wasserstoff-Gas aus Spalten einer Schicht thonigen Mergels, die zwischen Steinsalz-Bänken eingeschlossen ist. Man kannte das Phänomen bereits in den siebenziger Jahren des achtzehnten Jahrhunderts. Offenbar beruht dasselbe auf den nämlichen unterirdischen Ursachen, die ich Ihnen bereits angegeben habe; der Salzstock nimmt seine Stelle über einer Steinkohlen-Ablagerung ein. Wie in *Fredonia* das Gas zur Erleuchtung des Dorfes dient, so benutzt man dasselbe zu Szlatina, um die tiefsten Gruben-Räume zu beleuchten. Ich muß dieser Thatsache noch eine andere von nicht geringerem Interesse beifügen. Aus einem verlassenen Schachte auf der Saline Gottesgabe bei Rheine, in Preussisch-Westphalen — die Grube führt, aus alter Zeit her, den Namen Geistschacht — strömt Kohlen-Wasserstoff-Gas in solcher Menge hervor, daß es zu ökonomischen Zwecken verwendet werden kann. Man leitet dasselbe durch, mit einem Hahne verschlossene, Röhren. Wird der Hahn während vierundzwanzig Stunden nicht geöffnet, so dringt das Gas sehr gewaltsam und mit großem Geräusche hervor. Es bildet alsdann eine, zehn bis fünfzehn Fuß hohe, cylindrische Feuersäule von anderthalb Fuß Durchmesser, und von so starkem Lichte, daß

Digitized by Google

gewöhnliche Druckschrift in mehr als sechszig Schritten Entfernung lesbar ist.

Wie Ihnen bekannt, so lassen sich Gasquellen auch durch Kunst aufschließen. Bei Bohr-Versuchen auf Steinkohlen zeigten sich mitunter Jahre lang dauernde Ausströmungen, und die entzündeten Flammen erreichten Höhen von zehn Fuß und darüber. Zu *Gajarne*, im Venetianischen, drang, beim Bohren eines Artesischen Brunnens, ein Strahl von Kohlen-Wasserstoff-Gas aus dem Bohrloche hervor, der, als Licht an die Röhren-Mündung gebracht wurde, sich sogleich entzündete. Mit Erstaunen sah man die Flamme über dreißig Fuß hoch emporsteigen, und am Grunde in einen sechs Fuß weiten Lichtkegel sich ausbreiten. — Wir werden im Verfolg noch anderer Beispiele zu erwähnen Gelegenheit haben. Ganz besonders merkwürdig ist die Verbindung von Salz-Bohrlöchern und Strömen brennbaren Gases in China. In der Provinz *Szu-Tchhouan* trifft man, auf einem Flächenraume von zehn Meilen Länge und etwa fünf Meilen Breite, mehrere tausend Salz-Bohrlöcher, die im Durchschnitt 1500—1800 Pariser Fuß tief sind. Viele dieser Oeffnungen zeigen Ausströmungen von Kohlen-Wasserstoff-Gas, zum Theil mit so heftigem Getöse, daß dieses weithin gehört werden kann. Das entzündete Gas bildet Feuer-Garben, welche mitunter dreißig Fuß Höhe erreichen. Es wird zur Beleuchtung von Straßen und großen Hallen benutzt, auch dient dasselbe zur Heitzung. Bambus-Röhren leiten das Gas in jede beliebige Entfernung. Auch hier erklärt sich das Phänomen durch tiefer gelagerte Steinkohlen-Bänke; beim Bohren wurden letztere sehr häufig getroffen, und so die oben ausgesprochene Ueberzeugung abermals bestätigt.

Ehe wir weiter gehen, noch einige Worte über künstliche Darstellung von Kohlen-Wasserstoff-Gas. Organische Substanzen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und aus einer,

Digitized by Google

meist geringen Menge Sauerstoff. Bei Zerstörung jener Körper durch Hitze, werden diese Stoffe ausgeschieden und verbinden sich wieder in andern Verhältnissen. So liefert namentlich die trockene Destillation gewisser organischer Substanzen das Kohlen-Wasserstoff-Gas. Längst war man zur Ueberzeugung gelangt, daß die, aus brennbaren Körpern entweichenden, entzündlichen Luftarten es sind, welche die Flamme hervorbringen. Beim Verkohlen von Holz im Freien verfliegen brennbare Luftarten in Menge; setzt man jedoch Holz in verschlossenen Räumen der Hitze aus, so können die Luftarten aufgefangen und benutzt werden. Ohne bei verschiedenen Anwendungen mich aufzuhalten, welche Folge dieser Betrachtung waren, und deren mehrere keinen geringen Gewinn brachten, will ich nur an eine besonders wohlthätige und gemeinnützige Erfindung erinnern. Es ist die Gas-Erleuchtung vermittelst des, durch Destillation, aus Steinkohlen, erhaltenen Gases, auf welche ich hinweise. Man nennt das so bereitete Gas ölbildendes, aus Gründen, deren Entwickelung nicht hieher gehört; jenes Gas aber, das in Steinkohlen-Ablagerungen getroffen wird, oder durch Verwesung von Pflanzen-Stoffen in Sümpfen entsteht, führt den Namen Gruben-Gas. — Sie haben, durch das Beispiel vom Ausbruche schlagender Wetter bei Lyon, die Gewalt kennen gelernt, welche dem entzündeten Gase zusteht. Auch bei Erleuchtungs-Anstalten ist man keineswegs immer sicher vor Unglücksfällen, obwohl diese, im Vergleiche zu jenen in Gruben nur äußerst selten eintreten. Zu Newcastle in England ereignete sich im Jahre 1819 Folgendes: Eine Röhre, welche Gas, zur Erleuchtung der Stadt, unter einem Hause wegleitete, hatte einen Riß bekommen. Die Hausbewohner führten Beschwerde über unangenehmen Geruch, der sich verbreitete; man verschob jedoch die Ausbesserung bis zum nächsten Tage. Abends, als

Digitized by Google

Mädchen mit Licht dem Orte nahten, erfolgte plötzlich eine heftige Explosion. Viel Hausgeräth wurde zerbrochen und zu den Fenstern hinausgeschleudert, das obere Stockwerk mit dem Dache weggerissen, das Hintergebäude, so wie die anstoßenden Häuser sehr beschädigt; in einem der letzteren versank eine ganze Gesellschaft mit dem Fußboden ins untere Stockwerk.

Ehe ich zu anderen Gegenständen mich wende, einige Worte über die sogenannte Luft- oder Schlamm-Vulkane. Die Phänomene hängen mit der Entwickelung gewisser Gasarten, mit ihrem Aufsteigen aus Erdtiefen zusammen; auch sind sie zu merkwürdig, um mit Stillschweigen übergangen zu werden.

Italien, Sicilien, die Ufer des Kaspischen Meeres, die Halbinsel Taman im ehemaligen Taurien, die Eilande Java und Trinidad, und andere Gegenden haben Erscheinungen, wie die, welche ich nun schildern werde, aufzuweisen. Einige derselben waren seit frühester Zeit gekannt und berühmt. Sehr alte Schriftsteller gaben uns Nachricht über die Luft-Vulkane bei *Maccaluba* in Sicilien, über jene von *Sassuolo* unfern *Reggio*.

Das Verschiedenartige der Stärke-Grade abgerechnet, zeigen Schlamm-Vulkane überall ungefähr die nämlichen Phänomene. Als nächste Ursache gilt die Ausdehnungskraft der Gase. Ein zischendes Geräusch verkündigt das Aufsteigen der luftförmigen Flüssigkeiten aus den Tiefen. Sie drängen sich durch unterirdische Kanäle kleinen offenen Schlünden zu, indem dieselben erweichte thonige Massen vor sich hertreiben. Mit größerer oder geringerer Gewalt stoßen die Gase den Schlamm aus, ja sie schleudern denselben zuweilen hoch in die Luft empor. Durch wiederholte Ausbrüche entstehen auf solche Weise Kegel-förmige Erhöhungen. Manche Kegel haben nicht zwei Fuß Höhe; andere, deren Abhänge vom halbflüssigen Tone öfter überdeckt worden, wuchsen nach und nach bis zu fünfzehn Fuß und darüber an.

Digitized by Google

Mit der Höhe steht der Umfang im Verhältniß. Es gibt Kegel, die nur vier Fuß im Umkreise messen, während bei solchen, wo die Thon-Ergießungen in größerer Menge erfolgten, der Durchmesser zwanzig Fuß beträgt, oder noch ansehnlicher ist. Das Innere der Kegel stellt sich als Trichter-ähnliche Vertiefung dar, die mehr und weniger weit hinabreicht. Trübes, schlammiges Wasser, dem Blasen entsteigen, erfüllt die Weitungen. Der Geschmack des Wassers ist meist salzig; nach dem Italienischen *salso* (salzig) haben Gas-Vulkane, in dieser Beziehung, den Namen Salsen erhalten. Außer dem Kochsalz findet sich auch Erdöhl sehr gewöhnlich bei Luft-Vulkanen. Einzelne Oehl-Tropfen schwimmen auf der Wasser-Oberfläche; oder es ist diese, mit Bitumen, einem zarten Häutchen gleich, bedeckt. Der Thon, aus welchem die aufgeworfenen Hügel bestehen — welche man bald gruppenweise beisammen, bald in Zügen vertheilt findet — zeigt sich nicht selten von Erdöhl oder von Kochsalz durchdrungen. — Die Schlamm-Ausbrüche sind mit keinem Feuer-Anzeichen verbunden. Sie lassen nicht einmal merkbare Wärme-Entwickelung wahrnehmen, denn die Temperatur ausgestoßener schlammiger Massen überschreitet in häufigen Fällen kaum die mittlere Wärme des nachbarlichen Bodens. — Dumpfer unterirdischer Donner begleitet stärkere Eruptionen, und mit dem Thon-Schlamm werden Bruchstücke verschiedener Gebirgsarten, zuweilen 200 Fuß hoch, emporgeschleudert. Steigen und Fallen des Schlammes folgen einander bald schneller, bald langsamer; was nicht ausgestoßen wird, sinkt in die Trichter-förmigen Höhlungen zurück. — Die aufsteigenden Luftarten lassen sich zum Theil nicht entzünden, söndern löschen brennende Lichter aus; einige sind Kohlen-Wasserstoff-Gas, andere Stickgas. — In der Nähe von Schlamm-Vulkanen ist, auch in den fruchtbarsten Landstrichen, alles Pflanzen-Leben verschwunden. Nach jeder Richtung zeigt sich der vertrocknete

Digitized by Google

Boden geborſten und zerriſſen; er ſchwankt unter den Tritten des Wanderers.

Von allen Schilderungen einzelner Phänomene der Art, iſt keine anziehender, keine mehr geeignet, deutliche Vorſtellungen der Thatſachen zu gewähren, als der Bericht Humboldt's über den von ihm beobachteten, Luft-Vulkan bei *Turbaco*. Hören Sie, was der berühmte Reiſende ſagt.

Das kleine Indiſche Dorf *Turbaco* — Zufluchts-Ort der Europäer, wenn in Carthagena der Sommer unerträglich heiß wird und herrſchende Krankheiten Gefahr drohen — liegt, mehr als 900 Fuß über dem Spiegel des Oceans, an einem prachtvollen Walde. Klare Quellen brechen aus Kalkfelſen hervor, die an verſteinerten Korallen ſehr reich ſind. Sagen zu Folge, welche unter den Kreolen fortleben, ſoll, an einer ſumpfigen Stelle, in der Mitte eines Palmen-Haines, das Feuer einſt gewüthet haben. Durch oft wiederholte Beſprengungen mit Weihwaſſer, ſo wird erzählt, gelang es jedoch frommen Prieſtern, die unterirdiſche Gluth zu löſchen; der „Feuer-Vulkan“ wandelte ſich um zu einem „Waſſer-Vulkan.“ — Humboldt, der die Thatſache an Ort und Stelle unterſuchte, fand zwanzig kegelförmige Erhöhungen, welche den nachbarlichen Boden um etwa vierundzwanzig Fuß überragen (Fig. 2 auf Taf. VII). Sie beſtehen aus graulichſchwarzem Thon, und umſchließen mit Waſſer erfüllte Oeffnungen. Nähert man ſich den kleinen „Kratern“, ſo iſt, in gewiſſen Zwiſchenräumen, dumpfes, ziemlich ſtarkes Getöſe zu hören, dem, nach ungefähr achtzehn Sekunden, Entwickelung großer Luft-Mengen folgt. Die Gewalt, mit welcher ſich die Luft über die Waſſer-Oberfläche erhebt, läßt vermuthen, daß dieſelbe im Erd-Innern heftigen Druck erfahren habe. Während zwei Minuten erfolgen fünf Ausbrüche. Oft iſt das Phänomen von Ergießungen ſchlammiger Maſſen begleitet. Nach Ausſage der Indier bleibt die Geſtalt der Kegel

Digitized by Google

sehr lange Zeit hindurch unverändert, und die Heftigkeit der Gas-Entwickelungen wechselt nach den Jahreszeiten.

Die Luft-Vulkane von *Turbaco* gehören demnach zu den wenigen Erscheinungen der Art, welche weder von Steinsalz, noch von Bergöhl begleitet werden.

In frischem Angedenken sind die Verheerungen, welche mehrere Spanische Provinzen, besonders Murcia, in den Monaten März bis Junius 1829 durch Erdstöße erlitten. Ueber 4000 Häuser und 20 Kirchen wurden in verschiedenen Städten zerstört, und mehr als 2000 Leichen unter Trümmern hervorgegraben. Mit diesen Bebungen des Bodens waren Ausbrüche von Schlamm-Vulkanen verbunden. Man fand die Erde an vielen Stellen fünf Zoll weit geborsten, und hier und da eine Menge kreisrunder Löcher, dicht neben einander; aus jenen Spalten, aus den Löchern, wurde schwarzes, stinkendes Wasser, gemengt mit gelbem Meeressand, mit Muscheln, und mit verfaulten See-Pflanzen emporgeworfen.

Wenn sie demnächst die eigentlichen Vulkane, ihrem großartigen Wirken nach, kennen gelernt haben, werden sie die Ueberzeugung erlangen, daß unsere Gas-Ausbrüche sich damit nur in sehr beschränktem Sinne vergleichen lassen. Wenn auch die Ursache der Gas-Entwickelungen in der allgemeinen vulkanischen Thätigkeit zu suchen ist, so finden sich die Phänomene dennoch mitunter in zu weiter Ferne von jezt noch wirksamen Feuerbergen, als daß ein unmittelbarer Zusammenhang anzunehmen wäre. Selbst mit einzelnen Schlamm-Ergüssen gewisser Vulkane dürfen die Erscheinungen, von denen ich sprach, nicht verwechselt werden.

Es ist Zeit, daß ich diese Betrachtungen schließe, um von andern luftförmigen Verbindungen zu reden, welche der Wasserstoff eingeht, nämlich von jenen mit Schwefel und mit Phosphor.

Im Vergleich zum Kohlen-Wasserstoff-Gas, sind beide

Verbindungen von minder großem geologiſchem Intereſſe. Beſonders gilt dieß vom Phosphor-Waſſerſtoff-Gas, deſſen Gegenwart in den Erdtiefen überdieß noch nicht erwieſen iſt. Beide Gaſe, Schwefel-Waſſerſtoff und Phosphor-Waſſerſtoff, haben unter ſich, und mit anderen Luftarten, gewiſſe Eigenſchaften gemein: ſie ſind farblos, durchſichtig, brennbar, unterhalten jedoch den Verbrennungs-Proceß nicht.

Schwefel-Waſſerſtoff-Gas — die Hydrothionſäure neuerer Chemiker*, ehedem Schwefelleber-Luft oder hepatiſches Gas genannt — verräth ſich leicht durch widrigen Geruch, jenem von faulen Eiern ähnlich. Es brennt mit blauer Flamme und unter Abſetzung von Schwefel. Blankes Silber wird ſchwarz gefärbt, wenn man ſolches dem Einwirken des Gaſes ausſetzt. In gewiſſer Menge der atmoſphäriſchen Luft beigemiſcht, und eingeathmet, verurſacht daſſelbe Schwindel und Ohnmachten; rein genoſſen, kann es den Tod herbeiführen. Zu den Eigenſchaften des Schwefel-Waſſerſtoff-Gaſes gehört ferner ſeine Auflösbarkeit in Waſſer. Manche Heilquellen verdanken ihm ihre Kraft. Aber der Zutritt von atmoſphäriſcher Luft zerſetzt, chemiſcher Verwandtſchaft gemäß, das Gas; der Sauerſtoff der Luft verbindet ſich mit dem Waſſerſtoff zu Waſſer, der Schwefel wird niedergeſchlagen. Auf ſolche Weiſe entſtehen die Schwefel-Abſätze in der Nähe gewiſſer Quellen. — Von beſonderem Intereſſe ſind die, mit den heißen Quellen im Thale *das Furnas***, auf dem, zu den Azoren gehörenden, Eilande St. Michael verbundenen Erſcheinungen. Sie verdienen genauerer Erwähnung. Das Becken der „*Caldeira*“, der größten unter jenen Quellen,

* Den Namen Hydrothionſäure trägt das Gas davon, daß daſſelbe gewiſſe Eigenſchaften der Säuren hat, wie wir ſolche demnächſt kennen lernen werden.

** Was ſo viel ſagen will, als Höhlen-Thal.

hat ungefähr 30 Fuß im Durchmesser. Ihr Wasser siedet sehr heftig, auch sind deutliche Explosionen, begleitet von Emporhebungen des mittleren Theiles der Wassermasse, innerhalb des Beckens, wahrnehmbar. Geschwefeltes Wasserstoff-Gas und schwefelsaure Dämpfe entweichen. Nicht ohne Gefahr nahet man der Quelle. Landleute stellen Körbe mit Schotenfrüchten an den Rand; schnell werden diese gekocht. Unfern der *Caldeira* erhebt sich der Boden etwa fünfzig Fuß hoch. Vor wenigen Jahren stürzte ein Theil der Wand dieses Hügels ein; dadurch wurde eine tiefe Höhle aufgeschlossen, welcher Rauch und Qualm, von furchtbarem Getöse begleitet, entstiegen. Der Hügel gleicht nun einer Kuppel, die einen weiten Abgrund überdeckt, aus welchem zuweilen heißer Schlamm und Steine ausgeworfen werden. In der Tiefe zeigt sich eine, mit großer Heftigkeit kochende, Wasser-Masse. Die Wandungen der Höhle, wie jene der zahllosen Spalten und Risse im Boden, sind mit dem reinsten Schwefel überzogen. Auf bedeutende Weite sieht man nicht eine Spur von Vegetation.

Bei Vulkanen spielt unser Gas eine keineswegs unwichtige Rolle. Es ist den wässerigen Dämpfen beigemengt, welche alle Feuerberge der Aequinoctial-Zone Amerika's ausstoßen, und das Innere des Kraters vom *Puracé*, des berühmten Vulkans in *Popayan*, umschließt einen See, dessen Wasser reich an Schwefel-Wasserstoff-Gas befunden wird. Nach dem gewaltigen Erdbeben, welches Neu-Granada am 16. November 1827 verwüstete, führten der Magdalena- und der Cauca-Fluß mehrere Stunden lang schlammige Massen mit sich, die einen unerträglichen Geruch nach Schwefel-Wasserstoff-Gas verbreiteten. Diese und andere Erscheinungen weisen darauf hin, daß Gas-Entwickelungen die Ursachen jenes furchtbaren Ereignisses gewesen seyen. Wir werden mehr davon hören, wenn wir uns über Erdbeben unterhalten.

Mit Erden, Alkalien und verschiedenen Metall-Oxyden, die

Digitized by Google

wir im nächſten Verfolg kennen zu lernen haben, verbindet ſich Schwefel-Waſſerſtoff-Gas. Hier will ich nur die Bemerkung beifügen, daß die meiſten körnigen Kalke, ſelbſt der Marmor von Carara und von Paros, beim Zerſchlagen ſehr oft einen Geruch nach jenem Gas entwickeln. Seine Gegenwart erklärt ſich in ſolchen Felsarten durch Zerſetzung gewiſſer Eiſenerze, welche darin enthalten ſind.

Hin und wieder haben in Kohlen-Gruben Entwickelungen des Schwefel-Waſſerſtoff-Gaſes ſtatt. Aus einem Gemenge von atmoſphäriſcher Luft und von jenem Gaſe beſtehen zum Theil die ſchlagenden Wetter der Bergleute.

Phosphor-Waſſerſtoff-Gas — auch Phosphor-Luft, oder leuchtendes Gas genannt — iſt eine der brennbarſten Subſtanzen; es fängt Feuer, ſo wie daſſelbe mit atmoſphäriſcher Luft in Berührung kommt. Läßt man Blaſen des Gaſes durch Waſſer hindurch aufſteigen, ſo entzünden ſich dieſelben, indem ſie zerplatzen, wie ſie die Oberfläche der Flüſſigkeit erreichen, und zugleich ſteigt weißer Rauch auf. — Ich habe ſchon erwähnt, daß Phosphor-Waſſerſtoff-Gas dem Mineralreiche vielleicht ganz fremd ſey. Allem Vermuthen nach, iſt daſſelbe die Urſache gewiſſer Phänomene, welche Aberglaube früherer Zeit und Unbekanntſchaft mit der Natur, in die Klaſſe böſer Geiſter ſetzte. Ich rede von ſogenannten Irrlichtern, von den kleinen, Lichtflammen ähnlichen, leuchtenden Luft-Erſcheinungen, die auf Schlachtfeldern und Begräbnißplätzen, in Sümpfen, überhaupt an Orten wahrgenommen werden, wo thieriſche Körper in Fäulniß übergehen. Den Bewohnern mancher hochliegenden Thäler des Schwarzwaldes ſind ſolche „feuerige Männer“ nicht fremd. In Nebeln gehüllten Lichtern gleich, die bald lebhafter werden, bald ſchwächer, bewegen ſie ſich, um ſchnell wieder zu verſchwinden. Landleuten gewiſſer Gegenden Frankreichs gelten ihre „*feux*

Digitized by Google

follets" für Seelen von Verdammten, die auf der Erde herumzuirren verurtheilt sind.

Vom salzsauren Gas will ich hier nur bemerken, daß dasselbe nichts weiter ist, als Salzsäure in Gas-Gestalt. Salzsaures Gas, welches sich vorzüglich aus Feuerbergen entbindet, bildet, in Berührung mit atmosphärischer Luft, weiße, erstickende Dämpfe. Es bringt auf der Haut eigenthümliche stechende Empfindungen hervor, so wie ein Gefühl von Wärme. Lichter, in jenes Gas gebracht, verlöschen, nachdem sich die Flamme auf einen Augenblick grün gefärbt hat.

Schwefeligsaures Gas verhält sich zur schwefeligen Säure, wie salzsaures Gas zur Salzsäure: es ist schwefelige Säure in Gas-Form. Man findet das schwefeligsaure Gas bei Vulkanen, in Quellen, auch entwickelt sich dasselbe aus brennenden Steinkohlen-Lagern.

Salzsäure und schwefelige Säure haben Sie in der nächsten Vorlesung kennen zu lernen, und die Betrachtungen über manche denkwürdige geologische Phänomene, mit dem Auftreten beider zuletzt erwähnten Gasarten verbunden, sollen seiner Zeit zur Sprache gebracht werden.

Digitized by Google

Siebente Vorlesung.

Säuren. Alkalien. Salze.

Zu mehreren Malen sah ich mich veranlaßt, gewisser Substanzen zu gedenken, die mit dem Ausdrucke Säuren bezeichnet werden, ohne daß es bis jezt am Orte gewesen wäre, den Begriff festzustellen, vom Ursprung der Säuren zu reden, die Eigenschaften zu schildern, an denen sie erkannt werden. Ehe ich darauf eingehe, die Bemerkung: daß Säuren mächtig wirkende Kräfte bei vorkommenden chemischen Veränderungen sind, und eine genaue Kenntniß ihres Wesens, so wie der Art und Weise ihres Wirkens nicht entbehrt werden kann. Mehreren Säuren ist im Naturreiche eine sehr ausgezeichnete Rolle angewiesen. Sie sind es, welche, selbst heutigen Tages noch, zahllose Zersetzungen von Mineralkörpern hervorbringen; durch sie werden neue Verbindungen in Menge gebildet; in der Thätigkeit der Säuren haben wir den Schlüssel zur Lösung nicht weniger geologischer Probleme zu suchen. Ich will im Allgemeinen bemerken, daß es vorzüglich zwei Wege gibt, durch welche Säuren bei Körpern, mit denen man sie in Berührung bringt, Aenderungen hervorrufen. In gewissen Fällen verbinden sich Säuren, als solche, ohne eine Zersetzung zu erfahren, jenen Körpern, und machen nun einen Bestandtheil davon aus; in andern Fällen hat Zersetzung der

Digitized by Google

Säuren statt, nur einer ihrer Bestandtheile geht in die neue Verbindung ein. Es wird dieß sogleich deutlicher werden, wenn wir die Natur der Säuren näher kennen lernen.

Die größere Zahl der Säuren stellt sich — eine Folge ihrer Anziehung zum Wasser — flüssig dar; einige sind feste Körper, anderen ist Gas-Gestalt eigen. In der Form allein liegt sonach keineswegs das Bezeichnende, und eben so wenig im *sauern Geschmack*, von dem sie den Namen tragen; denn nicht alle Säuren besitzen dieß bezeichnende Merkmal, obwohl es eine Eigenthümlichkeit ist, welche bei manchen bis zum Aetzenden und Giftigen gesteigert wird. Mehr durchgreifend ist die Eigenschaft, daß *Säuren blaue Pflanzensäfte und damit gefärbte Stoffe röthen*.

Was den Ursprung der Säuren betrifft, so entstehen sie meist durch Verbindung gewisser Substanzen mit *Sauerstoff*; unter welchen besondern Umständen, das soll bei den einzelnen Säuren dargethan werden. Von dieser säurenden Eigenschaft hat jenes Element seinen Namen (S. 41).

Selten findet man Säuren rein in der Natur; die Ursache ist in ihrer starken Verwandtschaft für so viele andere Körper zu suchen. Mit Alkalien, mit Erden und Metallen gehen Säuren vielartige Verbindungen ein.

Ohne länger bei allgemeinen Betrachtungen zu verweilen, will ich Sie mit den *Säuren* bekannt machen, *welche für uns besonders interessant sind*.

Schwefelsäure und *schwefelige Säure* — beide in geologischer Hinsicht von großer Wichtigkeit — werden erzeugt, wenn Schwefel in freier Luft, oder überhaupt in Berührung mit Sauerstoff verbrennt; der Sauerstoff tritt zum Schwefel, das Gemische beider bildet ein Gas, welches so starke Anziehung zum Wasser hat, daß wir es gewöhnlich damit verbunden

Digitized by Google

treffen. Die Schwefelsäure — von der schwefeligen Säure dadurch verschieden, daß sie mehr Sauerstoff enthält — eine der kräftigsten Säuren, ist sehr schwer, ätzend, ohne Farbe und Geruch, und von auffallend saurem Geschmack. Man bezeichnete sie ehedem, mit Beziehung auf ihre Bereitung aus Eisen-Vitriol, als Vitriolsäure; auch trug sie den ungeeigneten Namen Vitriolöhl, ein Ausdruck, der von der Zusammensetzung jener Säure sehr irrige Begriffe veranlassen könnte. — Schwefelige Säure, als Gas ist unsichtbar, wie Luft, unangenehm von Geschmack und hat den eigenthümlichen Geruch, welcher brennenden Schwefel bezeichnet. Eingeathmet reizt schwefeligsaures Gas zum Husten; in größerer Menge bewirkt es Erstickung. Mit Wasser verbunden, hat die schwefelige Säure nur geringe saure Eigenschaften.

Dieses sind die Merkmale der, auf künstlichem Wege bereiteten, Schwefel- und schwefeligen Säure; beide kommen auch in der Natur vor, und keineswegs selten. Die Schwefelsäure findet sich in Menge mit Alkalien, mit Erden und Metallen verbunden. Ich will nur an den Gyps erinnern, in dessen Gemische jene Säure von 100 Theilen fast die Hälfte ausmacht. Die schwefelige Säure wird, als Gas so häufig bei gewissen Vulkanen getroffen, daß sie für deren Dämpfe ein bezeichnendes Merkmal abgibt. Auch in Quellen, nahe bei Feuerbergen, ist dieselbe enthalten. — Was die Gegenwart des schwefeligsauren Gases in vulkanischen Dämpfen betrifft, so erinnere ich an das in der dritten Vorlesung (S. 119) darüber Besprochene. Es ist jenes Gas, welches die Phänomene der Solfataren hervorbringt, von denen wir bei den Vulkanen ausführlicher hören werden. Hier vorläufig die Bemerkung, daß das Gas, unter solchen Umständen, seine bleichende Eigenschaft in auffallender Weise darthut. Schwarzgraue Laven, dem Einwirken

Digitized by Google

desselben ausgesetzt, werden zu erdigen Massen, deren blendend weiße Farbe ihnen nicht selten die täuschendste Aehnlichkeit mit reiner Kreide verleiht. — Vom Vorkommen der Säure in fließenden Wassern, mögen nachfolgende beide Thatsachen als Beispiele dienen. An der Mündung des Feuerberges *Puracé*, im Amerikanischen Freistaate Columbia, entspringt, in gewaltiger Höhe, 12,900 Fuß über dem Meere, ein Fluß, den die Eingeborenen, des sauern und zusammenziehenden Geschmackes seiner Wasser wegen, als *Rio vinagre* bezeichnen. Auf weite Strecke hat der „Essig-Fluß" einen unterirdischen Lauf; erst da, wo er, mehr als 300 Fuß hoch herabstürzend, einen prachtvollen Wasserfall bildet, kann man ihm nahen. Menschen, die längere Zeit im Staubregen verweilen, empfinden heftigen Augenschmerz. Der *Rio vinagre* hat vollkommen klares Wasser; aber es röthet blaue Pflanzen-Farben, und bewährt dadurch seinen Säure-Gehalt. Ein anderes Beispiel entnehme ich von der Insel Java. An der östlichen Küste erhebt sich ein Vulkan, der *Idienne*-Berg genannt, welcher besonders schwefelreich ist; öfter wurde die Holländisch-Ostindische Kompagnie von hier mit Schwefel, zum Behuf der Schießpulver-Bereitung, versehen. Den Grund des erloschenen Kraters füllt Wasser, das schwefelige Säure enthält; es ist warm, hat einen sauern Geschmack, und von seiner Oberfläche steigt stets Rauch empor. Aus diesem See tritt ein Bach, der längs der Ufer kein Pflanzen-Wachsthum aufkommen läßt, und die Fische des Flusses tödtet, in welchen er sich ergießt. *Songi pouti* heißt dieser schwefelig saure Bach in der Landes-Sprache.

Eine der, wohl am häufigsten in der Natur vorkommenden, Säuren ist Ihnen, nach ihrer Entstehungsart, nach den Eigenschaften, welche sie auszeichnen, so wie hinsichtlich der geologischen Bedeutung, die ihr verliehen, bereits in der sechsten Vorlesung

Digitized by Google

bekannt geworden. Ich rede von der Kohlenſäure; es wurde derſelben gedacht, als die Gasarten zur Sprache kamen (S. 194). Sie erinnern ſich, daß — wie unter andern der S. 196 erwähnte Verſuch ergab — die Kohlenſäure eine der ſchwächſten iſt, indem dieſelbe von den meiſten übrigen Säuren aus ihren Verbindungen ausgetrieben wird.

Eine andere, zu den ſehr ſtarken Säuren gehörende, die Salpeterſäure, entſteht, wenn Stickſtoff und Sauerſtoff ſich verbinden. Ihren Namen hat dieſe Säure daher, daß man dieſelbe aus Salpeter bereitet, wovon ſie einen Beſtandtheil ausmacht. Im freien Zuſtande iſt die Salpeterſäure nicht bekannt, nur im waſſerhaltigen; denn ſie zieht ſehr leicht Waſſer aus der Luft an, und zeigt ſich in jedem Verhältniſſe damit miſchbar. Was wir im gewöhnlichen Leben Scheidewaſſer nennen, iſt verdünnte, unreine Salpeterſäure. — Ihrem Weſen nach ſtellt ſich die Säure, von der wir reden, als farbloſe, rauchende Flüſſigkeit dar, von eigenthümlich ſtechendem Geruch und von ſcharf ſaurem Geſchmack. Sie färbt die Haut gelb und zerſtört alle organiſchen Stoffe. Mit Alkalien, auch mit einigen Erden, finden wir Salpeterſäure verbunden unter den Erzeugniſſen des Mineralreiches; aber in geologiſcher Hinſicht ſteht ſie der Schwefelſäure und andern Säuren ſo ſehr nach, daß dieſelbe, in ſolcher Beziehung, nur als höchſt untergeordnet zu betrachten iſt.

Auf ähnliche Weiſe, wie Schwefelſäure ſich bildet, wenn Schwefel in Luft oder Sauerſtoffgas verbrannt wird, entſteht, durch Verbrennung des Phosphors, die Phosphorſäure. Mit Kalkerde verbunden, macht dieſe Säure einen Haupt-Beſtandtheil in der chemiſchen Zuſammenſetzung der Thierwelt aus. Als Beſtandtheil von Mineralien, iſt Phosphorſäure ſelten; indeſſen muß eine gewiſſe Menge in verſchiedenen, Petrefakten führenden,

Digitized by Google

Felsmassen enthalten seyn; denn fossile Thiergebeine aus ältern und neuern Gestein-Bänken entnommen, haben einen mehr oder weniger beträchtlichen Gehalt an phosphorsaurem Kalk. Des Englischen Chemikers Turner Analysen ergaben 18 bis 24 Procent in versteinerten Fisch-Resten aus der Kreide, und aus dem Bergkalk, und in Rippen und Zähnen des *Ichthyosaurus*, der urweltlichen Eidechse, die im Liasschiefer gefunden wird, hat man sogar 50 Procent phosphorsauren Kalk nachgewiesen. — Von den Eigenschaften der Phosphorsäure, wie man solche durch Verbrennung des Phosphors erhält — denn die übrigen Darstellungs-Arten dieser Substanz kümmern uns nicht — habe ich Ihnen nur zu sagen, daß sie eine weiße lockere Masse ist, welche in der Glühehitze zu durchsichtigem Glase fließt und in Wasser aufgelöst werden kann.

Wie ich im Vorhergehenden bereits erwähnte, so kennt man auch Säuren, an deren Bildung der Sauerstoff keinen Antheil nimmt. Aus der Verbindung von dem Ihnen bekannten Chlor (S. 122) mit Wasserstoff (S. 115) entsteht Chlor-Wasserstoff als Gas-Gemische, und wenn Wasser dieses Gemische in sich aufnimmt, so wird daraus Chlor-Wasserstoff-Säure, die wässerige Salzsäure, der Salzgeist in der Sprache gewöhnlichen Lebens. — Salzsäure ist eine farblose Flüssigkeit; bei geringem Wasser-Gehalt stößt sie an der Luft Rauch aus, schmeckt sehr sauer, hat einen stechenden Geruch und wirkt etwas ätzend. Als Bestandtheil von Mineralien, findet sich diese Säure nur in wenigen Fällen, dagegen ist sie den Dämpfen vieler Vulkane beigemengt. Wenn die Feuerberge und ihre Erscheinungen zur Sprache kommen, werden wir mehr davon hören. Hier will ich nur bemerken, daß es die Salzsäure ist, welche Laven und andere vulkanische Gesteine schön hochgelb färbt, wenn sie dieselben durchdringt. Seltsame

Digitized by Google

Täuschungen wurden auf solche Weise veranlaßt; Viele glaubten, Schwefel-Beschläge da gesehen zu haben, wo nichts als gefärbte Laven vorhanden waren. — Gleich der schwefeligen Säure, ist die Salzsäure hin und wieder in warmen Quellen vorhanden, und im Wasser gewisser Bäche und Seen fernländischer Gegenden.

Mit dem Namen Königswasser bezeichnet man ein Gemische von Salzsäure und Salpetersäure. Es hat diesen Namen von der Eigenschaft, Gold, den „König der Metalle," aufzulösen, was, wie ich früher bemerkte, jede der genannten Säuren, für sich allein, nicht vermag.

Es sind dieß bei weitem nicht alle Säuren, welche wir kennen zu lernen haben. Von den übrigen, die aus geologischem Gesichts-Punkt betrachtet, weniger allgemein wichtig, nicht so durchgreifend wirksam sind, wie die meisten bis jezt aufgeführten, soll später Erwähnung geschehen. So habe ich, um nur einiger Beispiele zu gedenken, das die Flußsäure und die Boraxsäure Angehende noch nachzutragen. Manchen dieser Säuren ist nur gewisse Bedeutung für einzelne Orte und Gegenden verliehen; andere werden uns, bei diesen und jenen Anlässen, Beziehungen und Verhältnissen besonders interessant. Sie dürfen also nicht besorgen, daß ich unvollständig in meiner Entwickelung bleibe; allein indem Sie nach und nach Kenntniß jenes Mannigfaltigen sich aneignen, werden Sie das Einzelne leichter und besser erfassen, mit größerer Aufmerksamkeit verfolgen, und im Gedächtnisse zu bewahren vermögen.

Als „Reagentien", als Mittel, um diese und jene Eigenschaften an Mineralkörpern erforschen zu können, um die Erscheinungen hervorzurufen, welche sie, nach dem Mannigfaltigen ihrer Natur zeigen, eignen sich, unter den verschiedenen Säuren, vorzüglich Schwefel-, Salz- und Salpetersäure. Die wichtigsten Phänomene, was das Verhalten von Mineralien gegen Säuren

Digitized by Google

betrifft, sind Lösbarkeit, mit oder ohne Entweichen von Luftarten; Färbung und sonstige Beschaffenheit der Auflösung; Absetzen von Niederschlägen; Bildung von Gallerten u. s. w. Bringt man z. B. ein Stückchen Kreide, oder irgend eines andern kohlensauren Kalkes in Salpetersäure, so erfolgt Auflösung unter Brausen, denn die Kohlensäure entweicht in Gas-Gestalt; gewisse Metalle färben die Auflösung grün, andere blau oder roth; einige Mineralien wandeln sich, wenn man Säuren darauf einwirken läßt, zu einem flockigen, schleimigen Wesen um, sie bilden das, was man Gallerte nennt.

Lernen wir nun die Alkalien kennen. Es sind Stoffe, von denen man in Künsten und Gewerben, wie in der häuslichen Oekonomie, täglich Gebrauch macht, und die, in geologischer Hinsicht, besonders wichtig sind. Ich werde Ihnen das Merkwürdigste vortragen.

Bis zu neuerer Zeit galten gewisse Alkalien, die man — da sie sehr hohe Hitze-Grade ertragen, ohne sich zu verflüchtigen, oder in Dämpfe verwandelt zu werden — als feuerbeständige, fixe bezeichnete, für Elemente; denn vergebens hatten sich die Chemiker an deren Zerlegung versucht, und so blieb ihre wahrhafte Natur gelehrte Streitfrage, bis durch Davy, den großen Englischen Scheidekünstler, die Zusammensetzung jener Körper als wohlbeglaubigte Thatsache dargethan, bis erwiesen wurde: Alkalien seyen Verbindungen eigenthümlicher Metalle mit Sauerstoff. (Siehe oben S. 152.)

Im Gegensatze feuerbeständiger Alkalien, kennt man ein flüchtiges Alkali. Reden wir zuvörderst von Merkmalen und Verhältnissen feuerbeständiger Alkalien. Es gehören dahin: Kali, Natron und Lithon oder Lithion. Wichtig sind uns besonders die beiden erstern.

Kali und Natron haben viele gemeinschaftliche Merkmale

Digitized by Google

und Beziehungen; allein beide weichen auch, in gewisser Hinsicht, sehr von einander ab, und thun dieß vorzüglich dar durch das Verschiedenartige der Salze, die sie mit Säuren bilden, so wie durch gewisse charakteristische Eigenschaften, welche dieselben jenen Mineralkörpern verleihen, in deren Zusammensetzung sie eingehen, von denen sie einen Bestandtheil ausmachen. Wir werden dieß Alles näher entwickeln.

Kali und Natron, von Chemikern im Reinheits-Zustande dargestellt, sind feste, spröde Massen, grau von Farbe und ohne Glanz. Sie haben keinen Geruch, aber, gleich den Säuren, einen eigenthümlichen, und zum Theil sehr stechenden Geschmack; auf die Zunge gebracht, erregen sie das Gefühl von Brennen; dabei wirken dieselben ätzend, sie vermögen thierische Stoffe aufzulösen. Blaue Pflanzensäfte färben Alkalien grün, und gelbe werden durch sie braun. In Wasser zeigen sich Alkalien auflösbar; mit Oehlen, oder mit fetten Thier-Substanzen, können sie gemischt werden. Ich erinnere an die Lauge, welche zum Waschen dient, und an Bereitung der Seife. — Kali und Natron sind erst in starker Rothglühe-Hitze schmelzbar.

Einige Bemerkungen über die verschiedenen Gewinnungs-Weisen der Alkalien dürften nicht ohne Interesse für Sie seyn.

Kali erhält man hauptsächlich durch Auslaugen der Asche von verbranntem Holze, oder von Kräutern; neuere Erfahrungen lehrten, daß selbst bloßes anhaltendes Kochen in Wasser hinreiche, um Hölzern ihren Kali-Gehalt zu entziehen. Ehedem wurde die Verbrennung der Pflanzen, zum Behufe der Kali-Bereitung, in großen Eisen-Töpfen vorgenommen; daher der Name Pottasche, das heißt Topfasche. Allein dieses Kali, welches man früher als vegetabilisches Alkali zu bezeichnen gewohnt war, gehört keineswegs dem Pflanzenreiche ursprünglich; die Gewächse eignen sich ihren Kali-Gehalt aus dem Boden an, der sie nährt,

Digitized by Google

und der Boden entsteht aus zersetzten Gesteinen: von diesen rührt das Kali her.

Natron — auch Soda genannt, und Trona bei den Arabern — ist ebenfalls durch Auslaugen von Pflanzen-Asche zu erhalten; aber nur die Asche solcher Gewächse liefert Natron, welche am Meeresstrande leben, oder am Ufer von Seen, deren Wasser salzig ist; von der salzigen Fluth, die ihre Wurzeln bespühlt, nähren sich jene Pflanzen. Durch das Vorkommen Natron-reicher Gewächse, hat die wohlthätige Hand der Natur den Bewohnern vieler unwirthbaren Küsten eine Erwerb-Quelle verliehen. Auf den *Shetland*-Inseln — bekannt wegen ihrer rauhen nackten Felsen, und den mit Heide bedeckten Bergen, zwischen welchen nur hin und wieder dürftig angebaute Bodenstücke gefunden werden — nähren sich viele Menschen fast ausschließlich davon, daß sie Seekräuter sammeln, um Kelp, das ist unreines Natron, zu bereiten.

Auch aus dem Verschiedenartigen des Alkali-Gehaltes von Strand-Pflanzen und jener des Land-Innern, geht der Beweis hervor, daß sie denselben während ihres Wachsthumes vom Boden empfangen.

In Beziehung auf die Anwendung der Alkalien habe ich Ihnen, aus sehr alter Zeit, einige Thatsachen mitzutheilen. Das erste Glas bereitete man aus dem Sande eines Flusses, welcher in Palästina seinen Lauf hat. Der Zufall veranlaßte die Entdeckung eines der vollkommensten und schönsten chemischen Fabrikate. Reisende Kaufleute kochten am Ufer des Flusses auf großen Natron-Stücken, wie solche in den Seen des Landes zu finden sind. Sie beobachteten, daß sich an jenen Stellen, wo das schmelzende Natron in den Sand rann, eine harte Substanz bildete. Aus diesem Grunde wurde der Fluß, der früher einen andern Namen hatte, als „Glas-Fluß" bezeichnet. — Ebenso ist die Bereitung der

Digitized by Google

Seife aus Kali und Talg keine Erfindung, welche in spätere Jahre fällt; bei den Ausgrabungen von Pompeji fand man eine Seifensieder-Werkstätte.

Im reinen Zustande liefert das Mineralreich weder Kali, noch Natron; allein beide Stoffe kommen mit verschiedenen Säuren verbunden mehr oder weniger häufig vor, und spielen zugleich, indem sie mit Kieselerde und mit andern Erden verschmolzen erscheinen, wesentliche Rollen in der Zusammensetzung vieler Mineralkörper, von denen einige, wie gewisse Feldspathe, Glimmer u. s. w. in der festen Erdrinde sehr allgemein verbreitet erscheinen, so daß sie an deren Bildung entschiedenen Antheil haben. Im Vergleich zu Kiesel- und Thonerde, ist allerdings der Gesammt-Betrag des, in Felsmassen enthaltenen, Kalis geringer; man kann annehmen, daß derselbe in granitischen Gesteinen ungefähr 6 bis 7 Procente ausmacht. Natron findet sich, ungefähr in gleicher Menge, in den meisten vulkanischen Gebilden.

Wir wollen dieses Mannigfaltige etwas genauer erörtern. Zuvor die Bemerkung, daß Alkalien und Säuren in der Regel große gegenseitige Verwandtschaft zeigen, und daß sie, mit einander verbunden, wechselweise ihre Eigenthümlichkeiten aufheben, ihre charakteristischen Wirkungen schwächen. Mischt man zwei Substanzen der Art, eine Säure mit einer kleinen Menge Alkali, so mindert sich die saure Beschaffenheit der erstern; sie wirkt weniger ätzend. Setzt man größere Quantitäten Alkali hinzu, so wird die Kraft der Säure noch mehr geschwächt. Die neu gebildete Verbindung ist von salzigem Geschmack; aber sie zeigt sich nicht mehr ätzend. Diese Aenderungen in Eigenschaften von Säuren und Alkalien sind als Folgen gegenseitiger Verwandtschaft beider Substanzen zu betrachten. „Neutralisiren" ist das chemische Kunstwort, womit man den herbeigeführten Zustand der Sätigung, in welchem die eigenthümlichen Kräfte

beider Körper aufgehoben werden, bezeichnet; die neutrale Mischung heißt Salz*.

Gewisse, in der Natur vorkommende, Salze müssen wir genauer kennen lernen. Sie eignen sich, als Beispiele, zum bessern Verständniß des Vorgetragenen, dabei sind es Gegenstände, von welchen Sie einige Kunde nicht entbehren dürfen, auf die ich jedoch im Verfolge nicht mehr, oder nur beziehungsweise, zurückzukommen habe, und überdieß knüpfen sich an jene Salze, von denen die Rede seyn soll, rücksichtlich ihres Entstehens, wie in anderem Betracht, manche nicht unwichtige Bemerkungen.

Mit Kohlensäure verbunden erscheint Natron in großer Menge aufgelöst im Wasser gewisser Seen. Ungarn, Aegypten, Arabien, Persien, Indien, Thibet, China, Siberien, die Ebenen längs des Kaspischen und Schwarzen Meeres, Mexiko, haben solche denkwürdige Phänomene aufzuweisen, und überall sind die Verhältnisse im Ganzen die nämlichen. Auch enthält der Boden jener Länder hin und wieder das befragte Salz in größter Häufigkeit; er ist zur Sommerzeit hart, dunkelfarbig und bringt kein Gras hervor. — In den „Natron-Seen" verdampft das Wasser, während der wärmern Monate, durch Einfluß der Sonne. Nun entsteht ein, nicht selten mehrere Fuß dicker, Natron-Absatz, der in der Regel nicht rein ist, sondern Kochsalz, und oft in gewisser Quantität, beigemengt enthält. Mit Schaufeln wird jener Absatz vom Boden aufgenommen.

Nur einige der „Natron-Seen" wollen wir genauer kennen lernen. In Ungarn finden sich deren mehrere zwischen Debrezin und Nagy-Barad im Biharer Komitate. Weißer quarziger (kieseliger) Sand und grauer Thon, mehr oder weniger durchdrungen von salinischen Substanzen, bilden die Ufer.

* Von andern Salzen, die aus der Verbindung gewisser Säuren mit Erden, oder mit Metall-Oxyden entstehen, kann erst später die Sprache seyn.

Seit Jahrhunderten sammelt man hier Natron zur Sommerzeit, wo die Seen, bei ihrer geringen Tiefe, meist vertrocknen, und das Salz sodann in großer Menge ausblüht. Auch heftige Winde führen nicht selten schnelle Abnahme des Wassers herbei, so daß es in wenigen Tagen verdunstet. Das eigenthümliche Aussehen, welches die Oberfläche des Bodens durch die Salzrinde erlangt, womit sie bekleidet erscheint, hat den Namen „weiße Seen“ veranlaßt; als solche sind dieselben im Lande bekannt. Die Wüste Afrika's, zumal deren östliche Hälfte, hat Natron-Seen aufzuweisen, welche zum Theil von nicht unbedeutender Länge und Breite sind. Gruppen von Dattel-Palmen umgeben die, mit hohem Grase bewachsenen, sumpfigen Ufer; dunkelblauer, schlammiger Sand setzt den Boden zusammen. Auf der Oberfläche schwimmen dünne Salz-Lagen, sogenannte „Natron-Kuchen“, gleich Eisschollen, umher. Nach und nach senken sich die, an Dicke stets zunehmenden, Natron-Kuchen, und so entsteht, in der Mitte jedes Natron-See's, eine Natron-Insel. Manche dieser sonderbaren Eilande messen fünfzehn Fuß Höhe und haben hundert Fuß und darüber im Umfang. In Aegypten scheidet ein Plateau, das weit ersteckt, sehr breit ist und der Meeresküste parallel zieht, das Nil-Thal vom Thal der Natron-Seen. Sand-Ablagerungen trennen die einzelnen Seen, deren Gesammtheit einen Raum von ungefähr 6 Stunden Länge und 1800—2400 Fuß Breite einnimmt. Sonderbar ist der Contrast zwischen dem Grün des Schilfrohrs und der Binsen am Seeufer und der Weiße der Salzrinden. In Columbien gewinnt man Natron — dort zu Lande *Urao* genannt — aus einem See, der unfern Merida, im kleinen Lalagunilla-Thale, liegt, und dessen Boden etwa 400 Fuß höher ist, als der Meeres-Spiegel. Zur Regenzeit hat der See über dreihundert Fuß Länge und Breite. Er trocknet nie aus, obwohl die Tiefe nur neun Fuß

Digitized by Google

beträgt. Sein Waſſer, welches keine Fiſche nährt, hat eine gelblichgraue Farbe. Diejenigen, welche ſich der Gefahr-vollen Arbeit unterziehen, das Salz vom Seeboden aufzuſammeln, ſind ohne Ausnahme durch roth gefärbte Haare zu erkennen; ihr Tod iſt unvermeidlich, falls ſie, beim Untertauchen, eine gewiſſe Menge vom ſalzigen Waſſer verſchlucken. In *Columbien* leiſtet das *Urao* bei der Tabaks-Fabrikation ſehr weſentliche Dienſte.

Manche Felsarten beſchlagen ſich, das heißt, ſie werden nach und nach auf ihrer Oberfläche mit dünner, flockiger Rinde bedeckt; dieſer Beſchlag, dieſe Ausblühung, iſt kohlenſaures Natron. Ebenſo findet man die Subſtanz hin und wieder an Mauern ſehr tiefer Gewölbe.

Kohlenſaures Natron, wie ſolches die Natur erzeugt, ſtellt ſich in Nadel-förmigen Kryſtallen dar und in körnigen Maſſen, iſt graulich- oder gelblichweiß von Farbe, zuweilen ſchwach glänzend, wie Glas, und hat einen ſalzig-brennenden Geſchmack. Von andern, in äußerlichen Merkmalen ähnlichen, Salzen, iſt daſſelbe dadurch leicht zu unterſcheiden, daß es, in ſtärkere Säuren, z. B. in Schwefelſäure, gebracht, aufbraust, und daß es den Veilchenſaft grün färbt.

Ueber den Urſprung des kohlenſauren Natrons beſtehen verſchiedene Meinungen. So viel dürfte als entſchieden anzuſehen ſeyn, daß daſſelbe Produkt ſtatt habender Zerſetzungen iſt; ein auffallendes Phänomen bleibt jeden Falls die lange, nicht unterbrochene Dauer der Bildung des Salzes.

Mit Salpeterſäure gehen Natron ſowohl als Kali Verbindungen ein; man kennt einen Natron- und einen Kali-Salpeter. Letzterer wird häufig getroffen als Ausblühung, als Beſchlag an mehreren Geſteinen, beſonders aber in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens; ſo zumal in Spanien, Ungarn, Aegypten, Indien, Kentucky in Nord-Amerika, Braſilien, auf der

Digitized by Google

Insel Ceylon. In Deutschland ist die Burcardus-Höhle, unfern Würzburg, wegen ihrer Salpeter-Bildung bekannt. In der Ostindischen Provinz *Coimbetare* wittert das Salz an vielen Orten aus steinigem Boden. Man hat Nutzen davon gezogen: die Salpeter-reiche Erde wird in großer Menge gesammelt und gereinigt. In Bengalen laugt man die Salpetererde mit Wasser aus, leitet die Flüssigkeit in Gruben, und läßt sie durch Sonnenhitze verdunsten. — An und zwischen altem Mauerwerk setzen sich, ohne künstliches Dazuthun, salpetersaure Erdsalze, und oft in bedeutenden Quantitäten ab. Syrien, Palästina und Damascus gewähren Beispiele der Art. So wird unter andern Erde, welche das Salz enthält, in verfallenen Häusern der einst bedeutenden Stadt Schaara getroffen, und unter den Ruinen von Berak gräbt man eine Erde, welche beim Versieden Salpeter liefert.

Kali-Salpeter, von dessen Vorkommen bis jezt die Rede gewesen, erscheint in Nadel-förmigen Massen, und als Rinden-artiger Ueberzug. Seine Farbe ist weiß ins Graue ziehend. Am kühlenden, salzig-bittern Geschmack läßt sich das Salz — dessen wichtigster Gebrauch seine Anwendung zum Schießpulver ist — leicht erkennen; ein mehr sicheres Merkmal gewährt die Eigenschaft desselben, auf glühenden Kohlen zu verpuffen, das heißt, mit dumpfem Knallen sich zu entzünden und abzubrennen; dadurch ist Salpeter von allen übrigen salinischen Substanzen unterscheidbar.

Ueber die Bildungsweise des, in der Natur vorhandenen, Salpeters weiß man nichts Genaues. Einiges Licht gibt die künstliche Bereitung in sogenannten Salpeter-Plantagen. Dem Wesentlichen nach bestehen diese aus faulenden thierischen Stoffen, welche mit Erde gemengt sind, um sie locker zu erhalten, und außerdem mit Kalk, gewöhnlich Bauschutt, um die Salpetersäure zu binden, sobald sich diese letztere aus dem Sauerstoff

Digitized by Google

der Atmosphäre und aus dem Stickstoff thierischer Materien gebildet hat. Der salpetersaure Kalk wird sodann durch kohlensaures Kali zerlegt. — Nun findet man allerdings nicht selten Salpeter an Stellen, wo thierische Substanzen in Fäulniß übergehen, und sein Entstehen wäre sodann wohl auf ähnliche Weise erklärbar. In andern Fällen kommt unser Salz an Orten vor, wo zwar keine thierischen Stoffe getroffen werden; berücksichtigt man aber, nach Mitscherlich's Bemerkung, daß das Wasser des Bodens auf sehr große Erstreckung Salpeter enthalten kann, und daß viele Gebirge voll von Thier-Ueberresten sind, so dürfte dennoch die Bildung der Salpetersäure in der Natur, auch unter Verhältnissen, wie die zuletzt erwähnten, der künstlichen Erzeugung des Salzes zu vergleichen seyn.

Den Natron-Salpeter, wovon die Rede gewesen, kennt man bis jezt in Europa nicht. Er findet sich um *Huntajaya*, wo die *Pampa de Sal* ist, in der Provinz *Tarapacá* (südliches Peru). Aus J. Meyens Mittheilungen wird es höchst wahrscheinlich, daß das Salz als Ausblühung auf Sand oder auf kahlen Felsen vorkommt. Längst wäre Europa mit ungeheuern Massen dieses „Amerikanischen Salpeters" überschwemmt worden, hätte man früher dessen Anwendung zur Schießpulver-Bereitung kennen gelernt. Seit etwa neun Jahren wird uns derselbe als Handels-Artikel zugeführt, und die niederen Preise dürften dem bisherigen Verkehr mit Indischem Salpeter bald sehr nachtheilig werden.

Bei dieser Gelegenheit will ich erinnern, daß das, was man Kalk-Salpeter zu nennen pflegt, ein, mit Salpetersäure verbundener, Kalk ist, der sich als Beschlag an Mauern von Kellern, von Kasematten und andern Gewölben absetzt, so wie in Viehställen.

Natron findet man ferner mit Schwefelsäure verbunden

im Wasser von Quellen und Seen; dieß ist das, durch seine Anwendung in der Heilkunde so bekannte Glaubersalz. In Farbe und Geschmack zeigt sich dasselbe dem kohlensauren Natron ähnlich; es schmeckt zuerst kühlend, sodann salzig-bitter. Hier und da wittert Glaubersalz auch aus der Erde, und erscheint als Ausblühung auf der Oberfläche mancher Laven.

Die große Niederlage des Natrons ist im Wasser des Weltmeers und im Steinsalz-Gebirge. Das Meeres-Wasser enthält salzsaures Natron aufgelöst. In wärmeren Gegenden, wo rasches Verdunsten an der Luft statt hat, gewinnt man Kochsalz, Seesalz, aus dem Meeres-Wasser durch ein sehr einfaches Verfahren. Es werden in die Gesteine, welche das Ufer bilden, Bassins, flache, breite Vertiefungen ausgehauen, um jenes Wasser aufzunehmen. Wie Jeder weiß, wird Krystallisirung der Salztheile durch Verdunstung der Flüssigkeit bewirkt, und je größer die Fläche, auf welcher ein solcher Proceß vor sich geht, um desto schneller entstehen Krystalle. Unter brennendem Himmel, bei trockener stark bewegter Luft, verdampft das Wasser bald; es bedeckt sich mit einer Salzrinde, die von Zeit zu Zeit zerbrochen und zu Boden gestoßen wird. So bildet sich nach und nach eine beträchtliche Ablagerung reinen Kochsalzes, welche, ehe die Regenmonate beginnen, stückweise weggenommen und, an erhabeneren Ufer-Stellen, in Pyramiden aufgeschichtet wird. Hier erlangen die Salzmassen ihre volle Konsistenz, ja sie werden in dem Grade hart, daß dieselben, in manchen Gegenden, auch dem Winter-Regen ausgesetzt bleiben. Wo die Felsarten an Küsten nicht so beschaffen sind, daß Vertiefungen in denselben ausgehauen werden können, um Meeres-Wasser aufzunehmen, da umgibt man niedere Uferstellen mit Dämmen, die Fluth führt sodann das Wasser in jene Räume, wo es dem Einwirken der Sonnen-Wärme ausgesetzt bleibt. — So gewinnt man Kochsalz

Digitized by Google

am mittelländischen Meere, bei Marseille, in Portugal und in andern Gegenden. Auf mehreren Sandwich-Inseln finden sich, mitten in Dörfern, Behälter für salziges Wasser, mit Mauern von Lehm und von Steinen umgeben. Aus dem nahen Meere dringt Wasser durch den lockern Sand des Strandes und wird sodann in niedrige irdene Pfannen gefüllt, wo es bald verdunstet. Die angeschossenen Krystalle, besonders ausgezeichnet durch ihre Größe, werden im Seewasser vom Schmutze gereinigt und wieder getrocknet. In Rußland, und in andern Gegenden des Nordens, läßt man Meeres-Wasser gefrieren, nimmt das Eis hinweg, welches nur süßes Wasser enthält, und versiedet das übrig gebliebene salzige Wasser. — An flachen Ufern heißer Landstriche, wo Meereswinde und Fluthen nicht selten beträchtliche Wasser-Massen landeinwärts treiben, schlägt sich, bei schneller Verdunstung, viel Steinsalz nieder, das allmälig zur festen Rinde wird. Längs der Küste von Nord-Chile führt Reisende ihr Weg, mit Pferden und Maulthieren, über sechszig Stunden weit erstreckte und mehrere Stunden breite Salzlager.

Vom Steinsalze, von den verschiedenen Arten seines Vorkommens, von der mannigfaltigen Gewinnungs-Weise, von Salzseen und Salzquellen habe ich später ausführlich zu handeln. Der Gegenstand ist zu interessant, von zu großer Wichtigkeit, um ihn bloß vorübergehend zu berühren. Nur einer Erscheinung eigenthümlicher Art möge hier noch gedacht werden. In gewissen Gegenden von Persien, namentlich unfern Ormus, gibt es Schluchten, welche die Betten von Salzquellen bilden und ein ganz eigenes Aussehen haben. Ufer und Oberfläche des, an manchen Orten stockenden, Wassers sind mit blendend weißer Salzrinde bekleidet; Reisende empfinden die brennende Sommerhitze Arabiens, aber sie glauben an den Ufern von Bächen zu stehen, die, wie in strengen Wintern, eine Schneedecke tragen.

Digitized by Google

Das dritte feuerbeständige Kali, Lithon, oder Lithion — ich habe Ihnen solches im Vorhergehenden bereits genannt — wenn wir es durch Arbeiten der Chemiker rein dargestellt erhalten, ist weiß, durchsichtig und schmilzt schon unter der Rothglühe-Hitze. Lithon hat dieselben Eigenschaften, wie Kali und Natron, und ruft auch die nämlichen Wirkungen hervor. — Manche Mineral-Wasser enthalten etwas weniges Lithon, auch macht dasselbe einen Bestandtheil einiger Mineralien aus; allein gewisse Glimmer-Arten abgerechnet, sind alle jene Mineralien, was ihre Verbreitung betrifft, mit Kali- oder Natron-haltigen Fossilien nicht zu vergleichen; sie kommen nur auf einzelne Orte beschränkt vor, und finden sich in wenig beträchtlichen Mengen.

Ich habe schon erwähnt, daß man, außer den feuerbeständigen Alkalien, ein flüchtiges kennt; dieß ist das Ammoniak, welches uns besonders merkwürdig wird durch einen Mineralkörper, an dessen Zusammensetzung es wesentlichen Antheil nimmt, nämlich durch den Salmiak, eine Verbindung aus Salzsäure und Ammoniak. Man findet den Salmiak, als dünne Rinde, als Beschlag auf Laven mancher Vulkane; mitunter erzeugt er sich auch da, wo Steinkohlen in Brand gerathen. Von den Merkmalen des Salmiaks werde ich später zu reden Gelegenheit haben, und bemerke für jezt, daß er durch einen stechenden, scharf salzigen Geschmack, so wie durch den eigenthümlichen Geruch, welchen derselbe beim Reiben entwickelt, von allen andern salinischen Mineralien wesentlich abweicht. Früher wurde der Salmiak vorzugsweise aus Aegypten gebracht und ganz Europa damit versorgt. Angeblich erhielt er den Namen *Sal ammoniacum* vom Tempel des Jupiter Ammon, in dessen Nähe man das Salz zuerst bereitet haben soll. Wie erzählt wird, so waren dort ansehnliche Wirthshäuser zur Aufnahme der, meist mit Kameelen reisenden, zahlreichen Pilger. Die Eigenthümer der Ställe

Digitized by Google

sammelten den Harn jener Thiere sehr sorgfältig, und das daraus erhaltene Salz wurde sublimirt. Heutigen Tages gewinnt man in sehr vielen Ländern Salmiak, und in Aegypten namentlich aus Ruß vom Kameel-Mist, welcher als Brenn-Material dient.

Vom Ammoniak — welches sich, was seine Zusammensetzung betrifft, als eine höchst merkwürdige Substanz bewährt, denn es besteht aus Wasserstoff und Stickstoff — will ich nur so viel sagen, daß dasselbe durch Destillation aus Knochen und andern thierischen Substanzen erhalten wird. Für sich erscheint Ammoniak stets im gasartigen Zustande, ist farblos, von ätzendem Geschmack und färbt Veilchensaft grün, wie die feuerbeständigen Alkalien dieß thun. — Manche Mineral-Wasser enthalten Ammoniak aufgelöst.

Digitized by Google

Achte Vorlesung.

Erden und Erze.

Des Weltkörpers Rinde ist, so weit wir sie kennen, meist von steinigen Massen zusammengesetzt. Diese „Gesteine“ aber bestehen theils aus einer der Erden, mit deren Natur uns der Chemiker Arbeiten vertraut gemacht; theils, und bei weitem öfter, sind sie Verbindungen, Verschmelzungen, zweier oder mehrerer solcher Erden, denen sich, in nicht seltenen Fällen, noch andere Stoffe — Kali, Natron, diese oder jene Säuren, gewisse Metalle u. s. w. — beigesellten. Aehnliche Gemische bilden auch bei weitem die meisten Mineralien, welche Substanzen in erstaunenswürdiger Formen-Mannigfaltigkeit, einzeln zerstreut, in Spalten und auf andern abgeschlossenen Räumen zusammengedrängt, zwischen Fels-Gebilden gefunden werden.

Ihren Namen tragen die Erden — die trockenen, lockern, feuerbeständigen, oder höchst schwierig schmelzbaren, Körper — ohne Zweifel vom Boden, welchen die, bis zu gewissem Grade verkleinerten Felsmassen liefern, von der Erde.

Ich habe die Merkmale namhaft gemacht, welche sämmtlichen Erden gemeinsam zustehen; allein einer jeden sind auch besondere

Digitized by Google

Eigenthümlichkeiten verliehen. Dieß wird sich bei Betrachtung der einzelnen Erden ergeben.

Daß die Erden keine Elemente sind, sondern Substanzen, welche zerlegt werden können, ist Ihnen aus unsern früheren Unterhaltungen bekannt. Längst hatte man die Aehnlichkeit der Erden mit gewissen Verbindungen aus Metallen und Sauerstoff beobachtet. Es sind dieß die Metalloxyde, die sogenannten Metallkalke, welche im nächsten Verfolg, wenn ich von den Erzen rede, abgehandelt werden sollen. Den Chemikern unserer Zeit blieb es jedoch vorbehalten, den Beweis zu führen: daß Erden nichts anderes sind, als Metalloxyde. Durch Anwendung galvanischer Kraft ist dieß dargethan worden. Es gelang nämlich, den Erden ihren Sauerstoff-Gehalt zu entziehen, und sie lieferten alsdann Kügelchen von metallischer Natur. Setzt man die erhaltenen Erd-Metalle — warum sie so genannt werden, leuchtet von selbst ein, es wurde der Ausdruck überdieß früher erklärt (S. 131) — bei erhöhter Temperatur dem Einwirken von Sauerstoff aus, so nehmen sie solchen in sich auf, und aus Erd-Metallen werden wieder die ursprünglichen Erden. Erden sind demnach Verbindungen eigenthümlicher metallischer Grundlagen und des Sauerstoffes.

Von den, geologisch bedeutenden, Erd-Metallen ist das Allgemeine erwähnt worden (S. 131). Ich weise darauf hin; über die, jeder Erde zustehenden, Eigenschaften und Beziehungen werden wir sogleich Ausführlicheres hören, denn Erden sind Körper, welche unsere ungetheilte Aufmerksamkeit verdienen.

Für jetzt will ich mich darauf beschränken, diejenigen Erden abzuhandeln, welchen mehr allgemeine geologische Bedeutung verliehen ist. Dahin gehören Kieselerde, Kalkerde, Thonerde und Talkerde. Andere Erden, wie Baryt- und Strontianerde, Zirkon-, Glycin- und Yttererde, greifen nicht

Digitized by Google

weſentlich ein in der Felsmaſſen Zuſammenſetzung; aber es rufen dieſelben gar manche intereſſante Erſcheinungen hervor, indem ſie an der Bildung gewiſſer Mineralien weſentlichen Antheil nehmen, und wenn dieſe zur Sprache kommen, ſoll auch jener Erden gedacht werden.

Reden wir zuerſt über Kieſelerde. Von den allgemeinen Eigenſchaften dieſer Erde — durch Chemiker aus Quarz, Feuerſtein, oder aus andern Kieſelerde-reichen Mineralien im Reinheits-Zuſtande dargeſtellt — will ich Ihnen nur ſo viel ſagen, daß ſie ein feines, aber dennoch rauh anzufühlendes Pulver iſt, das Glas ritzt, weder Geruch noch Geſchmack hat, und ſich nur in Flußſäure auflöst. Kieſelerde erträgt hohe Hitze-Grade, ohne zu ſchmelzen; ſetzt man aber Kali oder Natron hinzu, ſo fließt dieſelbe, bei ſtarkem Feuer, zu Glas. Dieſe Eigenſchaft kannte man ſchon in ſehr alter Zeit. Sie erinnern ſich deſſen, was von mir in ſolcher Hinſicht bemerkt wurde, als ich vom Natron ſprach. Ferner zeugen dafür, die, in Pompeji ausgegrabenen, Glas-Geräthſchaften. — Vollkommen durchſichtiges Glas, jenes, das dem Bergkryſtall am ähnlichſten war, wurde ehedem in hohem Werthe gehalten. — Eine andere, nicht zu überſehende, Eigenſchaft der Kieſelerde, iſt ihre Verwandtſchaft zu den übrigen Erden, denen ſie ſich, mittelſt feuriger Schmelzung, verbindet. Dieſe Eigenſchaft muß, wie Sie hören werden, als für geologiſche Theorieen keineswegs unwichtig gelten; gar manche der, am meiſten verbreiteten, Mineralkörper — jene, die als Gemengtheile vieler Felsarten auftreten und deren Urſprung durch Einwirken von Feuer erklärt wird — ſind natürliche Verſchmelzungen ſolcher Art.

Von allen Subſtanzen, die feſte Erdrinde zuſammenſetzend, kommt keine in der Menge vor, wie Kieſelerde; beſonders gilt das Geſagte für ältere, durch Feuer gebildete, Geſteine, für

plutonische Felsarten. Außer den vielartigen Verbindungen, welche jene Erde eingeht, erscheint dieselbe auch rein in der Natur. Bergkrystall, Quarz bestehen bloß aus Kieselerde; denn was diese Mineralien von fremden Bestandtheilen enthalten, ist sehr zufällig. — Eine sonderbare, und in der That keineswegs unwichtige, Erscheinung, gewährte die Auffindung reiner Kieselerde unter Verhältnissen, wie sie bis jezt unbekannt, oder nicht beachtet gewesen. Bei *Ceyssat*, einem Dorfe in Auvergne, auf der alten Römer-Straße am Fuße des *Puy de Dôme*, entdeckte man, in neuester Zeit, unmittelbar unter Dammerde, und über einem Raum von mehr als vier Morgen verbreitet, eine Lage, locker, zerreiblich, weiß, wie künstlich dargestellte Kieselerde; und die chemische Zerlegung ergab, in hundert Theilen, nur dreizehn Theile Wasser, Thon, Eisen und andere zufällige Bestandstoffe, alles Uebrige ist Kieselerde. Fournet — der Französische Gebirgsforscher, welchem man die Entdeckung verdankt, und den ich Ihnen schon bei anderer Gelegenheit nannte — ließ aus der Kieselerde von *Ceyssat*, indem etwas Thon zugesetzt wurde, Ziegelsteine brennen, deren ungewöhnliche Leichtigkeit an Aussagen alter Naturforscher, Geographen und Architekten erinnert, an Massen, die in Etrurien und Spanien vorkommen, aus welchen die, einst so berühmten, „schwimmenden Ziegelsteine“ gefertigt wurden. Die Thatsache steht keineswegs vereinzelt. Im Sieneſischen grub man, vor längeren Jahren, eine weiße, Pflanzen-Abdrücke enthaltende, Erde. Es wurden Ziegelsteine daraus bereitet, die, leicht wie Korkholz, sich zugleich als so schlechte Wärmeleiter zeigten, daß Steine der Art, an einem Ende rothglühend, am andern mit der Hand erfaßt werden konnten. Letztere Eigenschaft gab Anlaß zu einem Versuche, der Ihrer Aufmerksamkeit werth ist. Man erbaute aus solchen Ziegelsteinen, auf dem Boden eines alten Fahrzeuges, ein kleines gewölbtes

Digitized by Google

Gemach, deſſen Inneres mit Kanonen-Pulver angefüllt, das Ganze ſodann mit Reifern überdeckt und angezündet wurde. Alles Holzwerk des Schiffes verbrannte; der gemauerte Behälter ſank unter, ohne daß das Pulver Feuer fing. Dieß erinnert an das bekannte Schiff eines Syrakuſaner Königs, welches unter unmittelbarer Leitung von Archimed erbaut wurde, und deſſen Säle und Hallen mit „bunten Quaderſteinen“ belegt geweſen ſeyn ſollen. Die Schilderung jenes großartigen Fahrzeuges, wie wir ſolche bei Athenaeus leſen, hat übrigens manches Fabelhafte. — Ich brauche Ihnen kaum zu ſagen, wie höchſt wichtig eine, in ſo feine Theile getrennte, Kieſelerde in ihrer Anwendung bei gewiſſen Bauten, beim Seeweſen, überhaupt bei Gewerben, werden kann. Die daraus gebrannten Steine gewähren, ihre große Leichtigkeit abgerechnet, durch den Widerſtand, welchen ſie dem Feuer leiſten, Vortheile ganz eigener Art. Das Vorkommen jener Erde, unter Verhältniſſen wie die erwähnten, dürfte keineswegs ſo ſelten ſeyn, als man vielleicht denken ſollte. So iſt unter andern im *Ardèche*-Departement eine Erde vorhanden, welche alle Merkmale und Eigenſchaften der Sieneſiſchen hat; und was die *Ardècher* „Kieſelerde-Ablagerung“ beſonders denkwürdig macht, das ſind vollkommen erhaltene Abdrücke von Kaſtanien, Ahorn, Linden, Pappeln, Fichten, und von den Blättern anderer Bäume, welche ſie umſchließt. Außerdem wurden auch Ueberbleibſel von Inſekten darin getroffen, und zwar von ſolchen, die im Waſſer leben. Letztere weiſen darauf hin, daß jene Erde, in früher Zeit, aus Sümpfen oder Seen niedergeſchlagen wurden, welche ſtehende Waſſer-Maſſen durch Quellen ernährt worden ſeyn dürften, die hier ihren Lauf hatten, als die Vulkane des Landſtriches noch thätig waren. — Dieſe Betrachtungen veranlaſſen mich, einiger damit im Verbande ſtehender Thatſachen zu gedenken. An und für ſich iſt Kieſelerde im Waſſer vollkommen

Digitized by Google

unlöslich; und dennoch finden wir sie häufig in Quell-Wassern, und Mineral-Wassern pflegt jene Erde, als Bestandtheil, sehr oft eigen zu seyn. Dieser scheinbare Widerspruch klärt sich dadurch auf, daß Kieselerde aus den mannigfaltigen Verbindungen, welche sie mit andern Stoffen eingeht, abgeschieden, nicht als pulverige Masse sich darstellt, sondern als Gallerte, als schleimige, aufgequollene, durchscheinende Substanz, und daß sie, in diesem Zustande, von Wasser in beträchtlicher Menge gelöst werden kann. Es ist hier der Ort noch nicht, die interessanten Phänomene genauer zu schildern, welche sich jener Erfahrung anreihen; nur vorläufig will ich Sie auf die heißen Quellen Islands und anderer Gegenden verweisen, welche Kieselerde gelöst enthalten und Niederschläge liefern, die aus Kieselerde bestehen. Später werden wir bei solchen Erscheinungen verweilen.

Im Vorhergehenden wurde gesagt, daß reine Kieselerde, in der stärksten Hitze unserer Oefen, nicht schmelze; nur durch eine Flamme, in welcher reines Sauerstoffgas die Verbrennung bewirkt, fließt sie zu klarem Glase. Daran knüpft sich eine Thatsache von Interesse. Wenn Oefen ausgebrochen werden, die zum Eisenschmelzen gedient, so findet man nicht selten sehr zartfaserige zerreibliche, seidenglänzende Bildungen von weißer Farbe; diese sind reine Kieselerde, und es geht daraus der Beweis hervor, daß jene Erde auch auf feuerigem Wege erzeugt, oder vielmehr aus ihren Verbindungen ausgeschieden werden könne. Wir haben dieser und anderer „künstlicher Mineral-Bildungen" demnächst ausführlicher zu gedenken.

Endlich darf ich zu bemerken nicht vergessen, daß Kieselerde im ganzen Pflanzenreiche getroffen wird, und zwar in der Art, daß die, auf höhern Ausbildungs-Stufen stehenden, Gewächse geringere Mengen enthalten, als alle übrigen. Was unter dem Namen *Tabasheer* aus Ostindien zu uns gebracht wird, ist eine

Digitized by Google

kieſelige Zuſammenhäufung in Knoten von Bambus-Rohren. Das *Tabasheer* findet ſich theils hart, theils von Honig-Konſiſtenz; einiges erſcheint ſelbſt als Milch-ähnliche Flüſſigkeit. Im Orient kennt man die Subſtanz ſeit langer Zeit; Araber und Hindus ſchätzen ſie ſehr als Arznei. — Sie Alle wiſſen, daß man mit dem Tiſchler-Schafthalm, oder Kannenkraut (*Equisetum hiemale* Lin.) Möbel polirt; die rauhe Oberfläche des Gewächſes, wodurch daſſelbe zu jener Anwendung geeignet wird, beruht auf der Gegenwart der Kieſelerde, welche in das Zellen-Gewebe der Oberhaut ſelbſt als Beſtandtheil eingegangen iſt.

Was geologiſche Wichtigkeit betrifft, ſo ſteht Kalkerde* der Kieſelerde am nächſten. Aus Kalkerde ſind viele Haupt-Gebirgsmaſſen ganzer Länder zuſammengeſetzt, beſonders neuere Fels-Gebilde, jene, welche an verſteinerten Thier-Ueberbleibſeln vorzüglich reich befunden werden. Aber nie wird Kalkerde rein in der Natur getroffen; ſie iſt ſtets mit andern Stoffen verbunden, zumal mit gewiſſen Säuren. Dieß läßt ſich durch ſehr einfache, Ihnen bereits bekannte, Verſuche darthun. Wenn man Stücke von gewöhnlichem Kalkſtein, Marmor oder Kreide z. B. mit Schwefel- oder Salpeterſäure übergießt, ſo wird aus jenen kalkigen Subſtanzen, unter lebhaftem Brauſen, eine Luftart ausgetrieben, die bis jezt Beſtandtheil derſelben war; es iſt Kohlenſäure, welche als Gas entweicht. Schwefel- oder Salpeterſäure haben nähere Verwandtſchaft zur Kalkerde und verbinden ſich damit.

Bei weitem am häufigſten verbreitet iſt die kohlenſaure Kalkerde.

Mit Schwefelſäure und Waſſer ſetzt Kalkerde den Gyps zuſammen, mit Flußſäure bildet ſie Flußſpath, mit Phosphorſäure den Apatit u. ſ. w. Wir werden von allen dieſen Mineral-Subſtanzen Kenntniß nehmen. Außerdem und

* Der Ausdruck Kalk iſt ohne Zweifel dem Lateiniſchen *Calx* nachgebildet.

was für uns besonders wichtig, erscheint Kalkerde sehr häufig verschmolzen mit Kieselerde, Thonerde, Talkerde, auch mit Natron und andern Stoffen. Sie trägt, auf solche Weise, zur Bildung vielartiger Mineralkörper wesentlich bei, und namentlich gar mancher, die im Felsenbau der Erdrinde wichtige Rollen spielen.

Um Kalkerde rein darzustellen, das heißt frei von Kohlensäure, glüht man Kalksteine, oder Kreide. Dadurch wird eine Zersetzung bewirkt; die Kohlensäure entweicht, und es bleibt reiner, sogenannter „lebendiger Kalk" zurück. Das Glühen geschieht im Großen, wie bekannt, in Kalköfen. Kalkstein-Stücke, in abwechselnden Lagen mit Kohlen, oder mit anderem Brenn-Material, geschichtet, werden der Rothglühe-Hitze ausgesetzt. — In Ländern, wo Kalksteine selten sind, oder wo es gänzlich daran fehlt, dienen die festen Hüllen gewisser Thiere, Schalen von Austern und andern Muscheln, zur Kalk-Bereitung. In China und Bengalen werden Korallen häufig zu Kalk gebrannt. In manchen Gegenden Brasiliens muß selbst der, zum Mörtel nothwendige, Kalk aus der Ferne herbeigeführt werden, von Orten, wo man ihn aus Muschel-Schalen des Meeres-Ufers erhält. Am mühsamsten und gefahrvollsten ist die Kalk-Gewinnung auf einigen Südsee-Inseln. Taucher wagen sich hinab auf den Meeres-Boden, um feste Schwamm-artige Korallen loszubrechen und heraufzuholen. Kühnheit und Geschicklichkeit dieser Insel-Bewohner im Untertauchen finden wohl nirgend ihres gleichen; sie sind im Stande, in Tiefen von neunzig Fuß unter Wasser zu tauchen und Ankertaue loszumachen, wenn sich diese in zackige Korallen-Felsen auf dem Grunde verwickelt haben. Am Ufer der erwähnten Südsee-Eilande sind weite tiefe Gruben mit Holz angefüllt, so daß dieses mehrere Fuß über die Oberfläche des Bodens hervorragt. In der Runde um die angezündeten Holzstöße häuft

Digitized by Google

man Korallen-Bruchstücke an, die sich, so wie der Brand vorschreitet, nach und nach zu Kalk umwandeln, und in die Gruben hineinfallen. Das Ganze wird nun mit Palmen-Blättern bedeckt und der Kalk so zum Gebrauche aufbewahrt.

Reine Kalkerde, in chemischen Laboratorien mit aller Sorgfalt dargestellt, ist weiß, weich, so daß sie leicht gepulvert werden kann, und dabei höchst strengflüssig; denn es schmilzt dieselbe nur in heftigster Hitze. Jene Erde zeichnet sich auch dadurch aus, daß sie einen brennend-ätzenden Geschmack, und in ihren Eigenschaften manches Aehnliche mit Alkalien hat.

Gebrannter Kalk, längere Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt, nimmt aus derselben kohlensaures Gas in sich auf, und wird allmälig wieder zu dem, was er vor dem Brennen war, zu kohlensaurem Kalke. Ferner hat gebrannter Kalk die denkwürdige Eigenschaft, daß derselbe, auch nachdem er schon länger aus dem Ofen genommen worden und vollkommen kalt anzufühlen ist, sich erhitzt, wenn man ihn mit Wasser zusammenbringt. Er saugt die Feuchtigkeit gierig ein, schwillt auf, zerberstet und stößt heiße Dämpfe aus. Diese Erscheinungen sind so zu erklären: Wasser bildet mit Kalk eine trockene Masse; die Wärme, welche den Flüssigkeits-Zustand des Wassers bedingte, wird frei, sie ist Ursache der schnell erhöhten Temperatur. Auf diese Weise kann Kalk, obgleich selbst unentzündlich, Ursache von Entzündungen und Feuersbrünsten werden. Theophrast's Vater lebte auf dem Griechischen Eilande Lesbos als Bleicher. Der Sohn, ein Schüler des Aristoteles, des berühmten Griechischen Weltweisen, erzählt: daß ein Schiff, welches mit Leinwand und mit „lebendigem" Kalk beladen war, auf der Fahrt in Brand gerieth, indem Wasser zum Kalk drang, wodurch dieser so erhitzt wurde, daß er die Leinwand entzündete und das Schiff zerstörte. Dieser Unfall, der sich vor mehr als 2000 Jahren ereignete, beweiset,

Digitized by Google

daß der Brauch, Kalk zu brennen, ſehr alt iſt. Auch in neueren Zeiten fehlt es nicht an Beiſpielen von Entzündungen, die durch gebrannten Kalk veranlaßt wurden. Auf einem Pachthofe in England brach Feuer aus. Man glaubte zuerſt an Brandſtiftung; ſpäter aber ergab es ſich, daß Waſſer durch das ſchadhafte Dach zu dem, im Vorhauſe aufgehäuften, gebrannten Kalke gedrungen war und dieſen entzündet hatte. Friſch gebrannter Kalk, auf Wagen verführt, entzündete ſich nicht ſelten bis zur Glühehitze; die Wagen verbrannten, ehe der Kalk abgeladen werden konnte. — Selbſt mit Eis zuſammengebracht, erhitzt ſich Kalk in ſehr hohem Grade.

Zur Kieſelerde hat gebrannter Kalk ſo ſtarke Verwandtſchaft, daß er mit Quarzſand gemengt, und mit einer beſtimmten Quantität Waſſers übergoſſen — indem derſelbe aus der Atmoſphäre nach und nach Kohlenſäure einſaugt — zur höchſt feſten ſteinartigen Maſſe erhärtet. Auf dieſer Eigenſchaft beruht die Bereitung des *Mörtels*, des Kittes, welcher unſer Mauerwerk zuſammenhält.

Ich kann dieſe Verhandlungen über Kalkerde nicht als geſchloſſen anſehen, ohne einen Umſtand zu berühren; es iſt der *verſchiedenartige Urſprung kalkiger Felsmaſſen*, auf den ich hinweiſe. Waſſer und Feuer nehmen Theil an der Bildung jener Geſteine; Waſſer wirkt heutigen Tages noch, und außerdem entſtehen Kalk-Bänke im Zeit-Verlauf durch Korallen-Bau. *Körnige Kalke* aber dürften meiſt geſchmolzen in den Erdtiefen vorhanden geweſen, und in ſolchem Zuſtande emporgetrieben worden ſeyn. Sie müſſen dieſe Annahme nicht als im Widerſpruche erachten mit Erfahrungen, welche wir ſo eben gemacht. Wir hörten, daß Kalkerde ihre Kohlenſäure beim Brennen einbüße; da nun körnige Kalke Kohlenſäure enthalten, ſo könnte man die Frage ſtellen: warum jene Säure nicht entwich, wie die Kalke geſchmolzen waren? — Die Sache iſt von entſchiedener Wichtigkeit für nicht wenige Betrachtungen und

Digitized by Google

Entwickelungen, zu denen schon der nächste Verfolg meiner Vorträge Anlaß geben wird; dieß bestimmte mich, ihrer hier zu gedenken. Wir wissen nämlich, durch Versuche der Chemiker belehrt, daß das Entweichen der Kohlensäure gehindert wird, wenn man Kalk glüht, indem kein Zutritt der Atmosphäre statt hat. Werden Stücke dichten Kalksteines, oder erdiger Kreide, in einem Flintenlaufe erhitzt, der an beiden Enden verschlossen ist, so wandeln sich dieselben in körnigen Kalk um, ohne ihre Kohlensäure zu verlieren. So erklärt sich das Entstehen körniger Kalke durch Schmelzung in den Erdtiefen; die Gesteine, von denen sie umgeben waren bei ihrem Aufsteigen in Spalten, hielten den Zutritt der Atmosphäre ab; darum verblieb ihnen ihre Kohlensäure.

Besondere Auszeichnung unter allen, in der Natur sehr häufig verbreiteten, Erden, ist der Thonerde dadurch verliehen, daß einer der werthvollsten Edelsteine, nach dem Diamanten der härteste Körper, wesentlich aus ihr besteht. Hundert Theile blauen Saphirs enthalten zweiundneunzig Theile Thonerde; das Uebrige ist Kieselerde, und die schöne, hochgeschätzte Farbe rührt von äußerst geringer Eisen-Beimischung her. Diese Thatsache würde jedoch, wie begreiflich, keineswegs der Thonerde irgend eine Bedeutung in geologischer Hinsicht zu geben vermögen; denn in solchem Reinheits-Zustande kommt sie nur sehr sparsam vor; aber in großer Menge erscheint Thonerde andern Stoffen verbunden, zumal gewissen Erden, und so entstanden die mannigfaltigsten Gemische, Mineralien vielfachster Art, deren nicht wenige uns näher bekannt werden sollen. Hier will ich bemerken, daß mehrere jener Mineralien, als Gemengtheile gewisser Felsarten, zu den vorzüglich häufig verbreiteten gehören. Nur einige Beispiele. Sie erinnern sich, was bei der Kieselerde über Feldspath und Glimmer gesagt worden; daß wir sie, dem Wesen

Digitized by Google

ihrer Zuſammenſetzung nach, als Verſchmelzungen von Kieſelerde, Thonerde und Kali zu betrachten haben. An der Zuſammenſetzung des Thonſchiefers, der ſehr allgemein verbreitet, und faſt jedem gebirgigen Lande eigen iſt, nimmt Thonerde den weſentlichſten Antheil. Selbſt Kalkſteine ſind ſelten ſo rein, daß ſie nicht etwas Thonerde enthielten, und in manchen findet ſich dieſelbe in beträchtlicher Menge. Am eigenthümlichen Geruche, welchen thonreiche Felsarten beim Anhauchen entwickeln, ſind ſie leicht zu erkennen. — Iſt auch der Geſammt-Betrag der, in unſerer Planeten-Rinde vorhandenen, Thonerde geringer, als jener der Kieſelerde, ſo ſteht ſie dennoch dieſer, was Allgemeinheit der Verbreitung betrifft, ſicher keineswegs nach.

Nicht ſelten ſchied die Natur ſelbſt die Thonerde wieder aus Verbindungen, in denen ſie ſich befand. Es dürfte keineswegs ohne Intereſſe für Sie ſeyn, wenn wir einige Augenblicke bei dieſen Erſcheinungen verweilen. Wir werden in den Umwandelungen, die gewiſſe Felsarten erleiden, von neuem an die Thätigkeit chemiſcher Verwandtſchafts-Geſetze uns erinnert ſehen; es ſind die Verhältniſſe, welche wir kennen zu lernen haben, für meine nächſten Vorträge in mehrfachem Betracht von Bedeutung.

Die Thone, deren manche ſo ungemein häufig zu finden, ſind keine urſprünglichen Erzeugniſſe; ſie entſtanden durch Verwitterungen, durch Auslaugungen anderer Felsmaſſen. Namentlich gewiſſe Granite — Geſteine aus Quarz-, Feldſpath- und Glimmer-Theilen gemengt — zeigen ſich zu ſolchen Zerſetzungen geneigt. Man kennt alle Verhältniſſe, alle Umſtände, von denen jene Verwitterungs-, oder Auslaugungs-Proceſſe abhängen, zwar nicht ganz genau; allein ſo viel dürfte außer Zweifel ſeyn, daß Waſſer dabei die weſentlichſte Rolle ſpielt. Mit der chemiſchen Natur des Waſſers ſind Sie vertraut (S. 185). Vermöge dieſer ſeiner Zuſammenſetzung, unterſtützt durch die hohe Temperatur,

Digitized by Google

in welcher es sich befand, wirkte das Wasser bei den Phänomenen, von denen die Rede; es veranlaßte Scheidungen der granitischen Bestandtheile. Nach dem, was in vulkanischen Landstrichen, besonders in Auvergne, wahrgenommen worden, sind wir ferner zu glauben berechtigt, daß Wasser mit desto mehr Kraft seine Thätigkeit äußerte, wenn dasselbe reich an Kohlensäure war. Fels-Gebilde, welche Aenderungen unterliegen, wie die uns gegenwärtig beschäftigenden, erfahren gänzliche Umwandelung ihrer Beschaffenheit; der Zusammenhang der Theile wird in dem Grade aufgehoben, daß die geringste Gewalt, oft ein bloßer Luftstoß, hinreicht, um die Massen auseinander fallen zu machen. In Graniten erleiden zumal die feldspathigen Gemengtheile Auflösungen, Zersetzungen mancher Art. Einige der, jene Mineralien ausmachenden, Stoffe finden wir in den reinern Thonen meist wieder; aber was vorher frischer fleischrother blätteriger Feldspath war, erscheint nun als weiße erdige Masse, aus staubartigen, locker verbundenen Theilen bestehend. Die Porzellanerden, *Kaoline* der Chinesen — zur Porzellan-Fabrikation höchst schätzbar — sind Gemische aus Kiesel- und Thonerde, und enthalten dabei sämmtlich Wasser; das Kali, von dem wir wissen, daß es im Feldspathe vorhanden war, ist bald mehr, bald weniger verschwunden. Es verband sich ohne Zweifel mit der Kohlensäure des auflösenden Wassers, und wurde als kohlensaures Kali fortgeführt. Außer diesen reineren Thonen — deren Umwandelung an Ort und Stelle erfolgte, wo die nun zersetzten granitischen Massen gelagert waren, und ohne daß dieselben weitergeschwemmt worden durch Fluthen und Strömungen — gibt es noch andere Thone, welche man, nach ihrer verschiedenen Färbung, und nach den Feinheits-Graden, als Pfeifenthon, Töpferthon u. s. w. zu bezeichnen pflegt. Diese sind es, welche über die ganze Erde verbreitet sich finden. Auch sie bestehen aus Kiesel- und Thonerde;

Digitized by Google

aber nicht selten enthalten dieselben andere Stoffe, auch kleinere und größere Kali-Mengen beigemischt. Die zartesten, die feinsten Theile, welche am längsten im Wasser schwebten, wurden am weitesten weggeführt; gröbere Niederschläge erfolgten früher. An solchen Thonen hat auch zerriebener Glimmer viel Antheil, und daraus ergibt sich, daß chemische und mechanische Kräfte beim Entstehen der Thone aus zerstörten Graniten zugleich thätig waren.

Künstlich dargestellte reine Thonerde ist weiß, und, je nach den, bei ihrer Bereitung angewendeten, Hitze-Graden entweder ein Pulver, oder eine zusammengebackene Masse von solcher Härte, daß dieselbe am Stahle Feuer gibt. Im Ackerbau, wie in Gewerben und Künsten, macht sich Thonerde besonders wichtig. Die Güte fruchttragenden Bodens hängt davon ab, daß er die, zur Pflanzen-Nahrung nothwendige, Feuchtigkeit, und nicht mehr, zurückhält. Diese zurückhaltende Kraft der Dammerde nimmt zu im Verhältnisse ihres Thonerde-Gehaltes; sie vermindert sich, je stärker der Kieselerde-Gehalt wird. Auf sehr wohlthätige Weise sind Thonlagen in der Erdrinde verbreitet; sie dämmen die unterirdischen Wasser in ihrem Laufe, sie helfen den Ursprung vieler Quellen bedingen, welche unsere Thäler befruchten. Mit wenig Wasser angerührt, sind Thone bildsam, sie geben einen Teig, der auf verschiedenste Weise gemodelt werden kann; im Feuer erhärten solche geformte Thone. Auf beide Eigenthümlichkeiten gründet sich ihre vielartige Anwendung; Ziegel, alle Töpfer-Waaren bis zum feinsten Porzellan, bestehen aus mehr oder weniger reiner, mit Kieselerde versetzter, Thonerde. Die Verfertigung irdener Geräthschaften, geeignet, Flüssigkeiten zu enthalten, ist eine Kunst, welche in die früheste Zeit hinabreicht. Das alte Testament belehrt uns, daß die Juden schon damit bekannt waren; lange zuvor, ehe man in Europa eine Ahnung von Porzellan hatte, wurde es in China bereitet. So wie die Entdeckung

Digitized by Google

gemacht war, daß Thone bildsam, plastisch, sind, und dem Einwirken des Feuers zu widerstehen vermögen, mußten selbst rohe Völkerschaften, die aus Thierhäuten, oder aus Holz gearbeiteten Gefäße mehr und mehr aufgeben.

Zum Schlusse will ich noch beifügen, daß thierische Körper keine Thonerde enthalten, und daß sie in Pflanzen nur in sehr geringer Menge gefunden wird.

Wir hätten nun, unter den allgemeiner verbreiteten Erden, noch der Talkerde zu gedenken.

Reine Talkerde, wie man sich solche durch chemische Processe verschafft, ist sehr zart, weiß, ohne Geruch und Geschmack, in Wasser unlöslich und nur im heftigsten Feuer schmelzbar. So kommt indessen jene Erde in der Natur nicht vor, denn der Magnesit, welchen man mitunter wohl als reine Talkerde bezeichnet, besteht aus Talkerde und Kohlensäure. Mit andern Säuren, auch mit mehreren Erden, erscheint die Talkerde verbunden, und hat, auf solche Weise an der Zusammensetzung vieler Mineralien einen keineswegs unwesentlichen Antheil. So ist jene Erde im Talk mit Kieselerde verschmolzen. Schieferige Talke, obwohl keineswegs zu den gewöhnlichen Gesteinen gehörend, treten demungeachtet in gewissen Gebirgszügen, namentlich in einigen Hochthälern der Alpen, sehr häufig auf. Manche dieser Talke haben mit dem bekannten Thierfett, in Farbe, Glanz und Anfühlen oft die täuschendste Aehnlichkeit, so daß das Wort Talk obwohl ursprünglich in Asien einheimisch — dennoch unstreitig mit dem Ausdrucke Talg verwandt ist. Ferner besteht einer der wesentlichen Gemengtheile mehrerer Felsarten, denen wir einen feuerigen Ursprung zuschreiben, aus Talkerde in Verbindung mit Kalk- und Kieselerde. Ich habe Ihnen, in solcher Beziehung, bei der Kieselerde bereits jenes Mineral, den Augit, genannt. Unter allen Substanzen, deren Zusammensetzung die Talkerde

Digitized by Google

bedingen hilft, ist Augit vielleicht eine der interessantesten, und in geologischer Hinsicht sicher mit die bedeutendste. Ferner kann man, was von der Thonerde gesagt wurde: daß sie in vielen Kalksteinen, und mitunter in beträchtlicher Menge, enthalten sey, auch auf die Talkerde anwenden. Was aber besondere Beachtung verdient, das ist, daß mit zunehmendem Talkerde-Gehalt der Charakter solcher Felsarten mehr und mehr verändert wird, bis sie endlich Merkmale tragen, welche auffallend verschieden von denen gewöhnlicher Kalksteine sind. Ich darf nicht vorgreifen; es ist hier noch keineswegs der Ort, von diesen an Talkerde reichen Kalken zu reden, deren ganzes Wesen auf besondere Umstände und Hergänge hinweiset, welche bei ihrer Bildung eintraten. Nur so viel will ich bemerken, daß das Dichte, wie man es bei Kalksteinen in der Regel zu finden pflegt, verschwunden ist, und dagegen bald mehr, bald weniger körniges, krystallinisches Gefüge erscheint; die Massen umschließen viele kleinere und größere Zwischenräume, gleichsam Blasen, andere sind wahrhaft ausgenagt zu nennen, sie stellen sich wie Steingerippe dar. Dolomite heißen solche Felsarten, um den Namen des Französischen Geologen Dolomien in der Wissenschaft fortleben zu lassen, eines Mannes, der durch große Verdienste, wie durch seltene Schicksale, ausgezeichnet war.

Noch einer eigenthümlichen Verbindung muß hier gedacht werden, welche Talkerde mit Wasser eingeht; es ist diese das Talk-Hydrat (Wasser-Talk). Die weißen, perlmutterglänzenden, blätterigen Massen, wie solche namentlich in Nord-Amerika und auf einer der *Shetland*-Inseln gefunden werden, enthalten in hundert Theilen ungefähr 68 Talkerde und 31 Wasser.

Auch in die Zusammensetzung des Meereswassers geht Talkerde ein; sie ist, theils an Salzsäure, theils an Schwefelsäure gebunden, darin vorhanden. Endlich wird jene Erde in manchen

Digitized by Google

Quellen getroffen. Man nennt solche Quellen, wie u. a. die von Epsom in Sussex, Bitterquellen, Bitter-Wasser, und die Talkerde wird, mit Beziehung auf den bittern Geschmack, welche sie allen Salzen ertheilt, die sie bilden hilft, auch als Bittererde (*Magnesia*) bezeichnet.

Bei der Thonerde wurde des günstigen Einflusses gedacht, den sie auf fruchttragenden Boden hat, auf das Gedeihen von Pflanzen; dieß ist bei der Talkerde in der Regel nicht der Fall, denn Berge, aus Felsarten bestehend, welche an Talkerde reich sind, wie z. B. Serpentin, erscheinen meist nackt und kahl.

Wir hätten nun noch gewisse Verbindungen kennen zu lernen, welche metallische Elemente mit diesen und jenen Stoffen eingehen. Ueberflüssig dürfte die Bemerkung seyn, daß es sich nur um sogenannte schwere Metalle handelt, um die, in der Sprache gewöhnlichen Lebens, als Metalle bezeichneten Körper (S. 129).

Die größte Menge von Metallen findet sich in der Natur nicht rein, nicht gediegen, sondern verbunden mit mannigfaltigen andern Substanzen, namentlich mit Sauerstoff, mit Schwefel und mit Säuren.

Erze nennen Bergleute in der Regel alle Mineral-Massen, aus denen man Metalle darstellen kann; so sprechen sie von Silbererzen, von Kupfer-, Blei- und andern Erzen. In demselben Sinne hat man die Ausdrücke Erzbringer, Erzmittel, Erzteufe zu nehmen. Erzbringer sind Gebirgsarten, von denen metallische Schätze gewöhnlich begleitet zu werden pflegen; unter Erzmitteln verstehen Bergleute besonders metallreiche Stellen, und unter Erzteufe, die Tiefe im Gebirge, welche vorzugsweise Ausbeute liefert.

Auch wir wollen den erwähnten Zustand des Verbundenseyns der Metalle durch den Ausdruck Erze bezeichnen, ohne daß

Digitized by Google

dabei auf die verschiedenartige Natur der Vererzungs-Stoffe Rücksicht genommen werde; Schwefel-Metalle sind für uns so gut Erze, als die mit Sauerstoff verbundenen Metalle.

Die wenigsten Erze haben solche Beschaffenheit, daß sie, wie der Bergmann dieselben den Erdtiefen entnimmt, sogleich verschmolzen und zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse verarbeitet werden könnten. Mechanik und Chemie gewähren die Mittel zu scheiden, was in der Natur verbunden war, und so aus Erzen Metalle zu gewinnen. Gar manche Erze sind nämlich nicht bloß Gemische, chemische Verbindungen aus Metallen und diesen oder jenen Stoffen, sie enthalten zugleich Mineral-Substanzen verschiedenster Art beigemengt, und werden dadurch bald mehr, bald weniger verunreinigt, so daß, ehe chemische Scheidung vorgenommen werden kann, gar oft mechanische Sonderung erforderlich ist. — Aus Erzen künstlich dargestellte reine Metalle stimmen mit jenen, welche in der Natur gediegen getroffen werden, den wesentlichen Merkmalen nach überein. Auch zeigen gewisse Erze an und für sich manche Eigenschaften gediegener Metalle; sie sind undurchsichtig, haben hohe Grade des Glanzes und beträchtliches Gewicht.

Von besonderem Interesse in geologischer Hinsicht, ist das Verhalten der Metalle zum Sauerstoff, zum Oxygen. Mit Sauerstoff verbundene Metalle, Metall-Oxyde — Metallkalke, wie man die Substanzen ehedem benannte — gehören zu den sehr gewöhnlichen Erzen, zu jenen, welche in der Erdrinde große Räume erfüllen. So kommt, um nur einiger Beispiele zu gedenken, das Magneteisen in den verschiedensten Gegenden ungemein häufig vor; es bildet nicht nur sehr mächtige Lagen, sondern setzt, wie dieß schon erwähnt worden, selbst ganze Berge zusammen.

Digitized by Google

Ferner ist Eisenglanz den wichtigern Eisenerzen beizuzählen. Was ich Ihnen vom Vorkommen des Magneteisens sagte, läßt sich auf Eisenglanz anwenden. Kaum wird eine Erz-Gattung mehr verbreitet getroffen; viele Gegenden besitzen dieselbe in Ueberfluß, und in Brasilien tritt Eisenglanz als Felsart auf. Magneteisen und Eisenglanz aber sind Eisenoxyde, Verbindungen des Metalles mit Sauerstoff, und ihre verschiedenen Merkmale beruhen auf den ungleichen Sauerstoff-Mengen, welche das Eisen in einem und dem andern der genannten Erze enthält; beim Eisenglanz wurden in hundert Theilen 30,78 Sauerstoff nachgewiesen, beim Magneteisen nur 22,38. — Einige Metalle, z. B. Zinn und Mangan (Braunstein), kommen nur mit Sauerstoff verbunden in solcher Häufigkeit vor, daß sie für bergmännische Gewinnung wichtig werden. Roth-Kupfererz — eines der ausgezeichnetsten unter den metallischen Mineralien, und als Erz von besonderer Bedeutung, weil es Kupfer der vorzüglichsten Güte gibt — ist oxydirtes Kupfer. — Manche Metalle, namentlich die drei edelsten, Gold, Silber und Platin, finden sich in der Natur nie mit Sauerstoff verbunden.

Daß gewisse Metalloxyde ursprünglich als solche von der Natur erzeugt werden, ergibt sich aus dem bis dahin Vorgetragenen. Andern metallischen Substanzen trat der Sauerstoff später bei; ihr oxydirter Zustand ist Folge erlittener Umwandelungen, und was Art und Weise betrifft, wie Metalle zu Oxyden werden, wie sie Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, so lernen wir dieß theils aus natürlichen Erscheinungen, theils durch Arbeiten der Chemiker. Zersetzungen von Wasser, oder von atmosphärischer Luft, sind unter den verschiedenen bedingenden Ursachen solcher Phänomene, für uns die wichtigern. Eisen und andere Metalle zersetzen Wasser vermöge größerer Verwandtschaft zum Sauerstoff; sie nehmen diesen in sich auf, während

Digitized by Google

der zweite Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff als Gas entweicht. Indem ich einige Erfahrungen Ihnen ins Gedächtniß zurückrufe, welche wir früher zu machen Gelegenheit hatten, bemerke ich, daß Eisen das Metall ist, an welchem Erscheinungen, wie die, von denen die Rede, besonders oft und leicht beobachtbar sind; dieß der Grund, weßhalb die Beispiele meist vom Eisen und seinem Verhalten entnommen worden. Sie erinnern sich, daß, als die Natur des Wassers zur Sprache kam (S. 185), wir von weißglühenden Eisenstangen hörten, die, in Wasser gebracht, Verbindungen mit dessen Sauerstoff-Gehalt eingingen; *sie wurden zu Eisenoxyd*. — Diese Entdeckung von der Zersetzung des Wassers, indem sein Sauerstoff den Metallen zutritt, verschaffte Aufklärung über zahlreiche Phänomene, die man früher nicht deuten konnte; sie ist eine Thatsache, welche sehr wesentlich eingreift in die gesammte Erd-Geschichte. Und nicht weniger wichtig sind *Oxydationen durch Einwirken atmosphärischer Luft auf gewisse Metalle*. Sie beruhen auf ähnlichen Verhältnissen wie jene, deren so eben beim Wasser gedacht worden. Als von den Elementen die Rede war, erwähnte ich (S. 98) eines Versuches, auf den wir hier zurückkommen müssen. Mit Wasser befeuchtetes Eisen, dem Luft-Einflusse ausgesetzt, bedeckt sich, nach einiger Zeit, mit braungelber, erdiger Rinde, mit sogenanntem „*Eisenrost*“. Diese Rinde ist *Wasser-haltiges Eisenoxyd*. Aus der Luft nahm das Metall den Sauerstoff in sich auf; durch Gegenwart des Wassers wurde der Proceß vermittelt und begünstigt, ja es ging ein Theil des Wassers in die neue Verbindung mit über. — Nicht alle Metalle sind auf solche Weise oxydirbar. Gold, Silber und Platin werden, nur wenn man starke Wärme mitwirken läßt, durch Luft-Einfluß zu Oxyden. Außer dem Eisen aber oxydiren sich, unter anderen, Kupfer und Blei selbst beim kältesten Zustande der Luft, wenn sie lange

Digitized by Google

darin verweilen. Vom Kupfer ist uns dieß schon bekannt; der grüne Ueberzug alterthümlicher, aus jenem Metall gearbeiteter, Geräthschaften (S. 157) ist oxydirtes Kupfer.

Wenn man gewisse Metalle im Sauerstoff-Gas erhitzt, so werden sie ebenfalls zu Oxyden. Es sind Ihnen die Erscheinungen noch im Gedächtnisse, welche sich zeigten, wenn man eine Stahlfeder in Sauerstoff-Gas verbrennt. (S. 113.)

Ein jedes der verschiedenen Metalle verbindet sich mit dem Sauerstoffe in Verhältnissen, die ihm eigenthümlich sind, ja die Sauerstoff-Mengen, welche ein und dasselbe Metall aufzunehmen vermag, zeigen sich keineswegs immer gleich. Ich habe dieses Umstandes zu erwähnen Gelegenheit gehabt, als so eben vom Magneteisen und vom Eisenglanz die Rede war.

Was endlich nicht unerörtert bleiben darf, das ist die Zurückführung von Oxyden zu ihrem vorigen metallischen Zustande, ihre „Reduction", wie man in der Kunstsprache sagt. Gewisse Metalle verlieren den, von ihnen aufgenommenen, Sauerstoff durch bloßes Glühen; gewöhnlich aber dienen Kohlen zum Wiederherstellen der Metalle aus Oxyden, und das Verfahren ist, wie Sie voraussehen werden, auf chemische Verwandtschafts-Gesetze begründet. Man bringt Kohlen mit dem Oxyd, welches zu Metall umgewandelt werden soll, zusammen, und setzt das Gemenge in Schmelztiegeln großer Hitze aus. Nun trennt sich der Sauerstoff vom metallischen Oxyd; er geht mit der Kohle eine gasförmige Verbindung ein, welche entweicht, das ausgeschiedene, das wiederhergestellte Metall aber sinkt auf den Boden des Tiegels nieder.

Als ein anderes, sehr gewöhnliches Vererzungs-Mittel, nannte ich Ihnen den Schwefel; mit Schwefel verbunden finden sich, Gold, Platin, und einige andere ausgenommen, die meisten Metalle, und manche, wie namentlich Eisen, Blei,

Digitized by Google

Kupfer, Silber, Quecksilber, Zink, Arsenik und Antimon zum Theil sehr häufig und in Menge, so daß Verbindungen der Art wichtige Rollen unter den Erzen spielen. Eisenkies (Schwefelkies), eines der gewöhnlichsten Erze, besteht aus Eisen und Schwefel; er wird in sehr vielen Felsarten in Körnern getroffen, und füllt auch, gemengt mit andern Mineral-Substanzen, größere Räume in der Planeten-Rinde. Die meisten Kupfer- und Bleierze in den verschiedensten Welt-Gegenden, sind chemische Verbindungen jener Metalle und des Schwefels.

Die Eigenschaften eines Metalles werden durch Beimischung von Schwefel meist in auffallender Weise verändert. Kaum dürfte, in solcher Hinsicht, ein Beispiel belehrender seyn, als das des Arseniks und seiner Verbindungen mit Schwefel. Man kennt zwei Arten derselben, die heutigen Tages noch von thätigen Vulkanen gebildet werden. Beide weichen in ihren Merkmalen nicht nur sehr vom Metall ab, sondern zeigen sich auch unter einander verschieden, je nach den ungleichen Schwefel-Mengen, die sie aufgenommen haben. Es ist Ihnen, nach dem, was wir über Gediegen-Arsenik besprachen (S. 165), noch die zinnweiße Farbe des Metalles erinnerlich; davon blieb, in beiden arsenikalischen Schwefelerzen, keine Spur. Für eine der Verbindungen, für Auripigment oder Operment, ist vollkommenes Citronengelb, für die andere Art ausgezeichnetes Morgenroth charakteristisch, und letztere trägt davon den Namen Realgar oder rothes Schwefel-Arsenik. Gediegen-Arsenik ist undurchsichtig, jene Erze werden durchscheinend und selbst halbdurchsichtig befunden. Alle diese Unterschiede erklären sich durch den Zutritt des Schwefels zum Arsenik, so wie durch die nicht gleichen Mengen des erstern Stoffes, mit welchen das Metall verbunden wurde: im Auripigment sind in hundert Theilen 62 Theile Arsenik und 38 Thelle Schwefel enthalten; im

Digitized by Google

Realgar beträgt die Schwefel-Menge nur etwas über dreißig Theile.

Mit Säuren gehen Metalle nicht als solche, nicht an und für sich, Verbindungen ein, sondern im Zustand von Oxyden. Kohlensäure, Schwefel- und Salzsäure sind diejenigen, welche am häufigsten unter Verhältnissen der Art getroffen werden, und ihnen schließt sich zunächst die Phosphorsäure an. Manche Metalle zeigen gleichsam besondere Vorliebe für diese oder jene Säuren: kohlensaures Kupferoxyd ist sehr allgemein verbreitet, andere gesäuerte Kupferoxyde gehören zu den Seltenheiten, sie erscheinen nur hin und wieder an einzelnen Orten; Blei und Eisen kommen mit mehr verschiedenartigen Säuren vereinigt vor, als andere Metalle. Aus oxydirtem Eisen und aus Kohlensäure besteht der, für Stahl-Bereitung (S. 144) so wichtige Eisenspath, der „Stahlstein", wie man das Erz mit allem Rechte genannt hat. Von sämmtlichen gesäuerten metallischen Oxyden ist Eisenspath das am häufigsten auftretende, und zugleich jenes, welches in den größten Massen gefunden wird; Eisenspath setzt hin und wieder ganze Gebirgsstücke zusammen.

Unter den, durch Sauerstoff, oder durch Säuren vererzten, Metallen enthalten manche zugleich Wasser als wesentlichen Bestandtheil. Ich gedenke hier vorläufig zweier sehr bekannten, und durch ihre Farbenpracht besonders ausgezeichneten, Kupfererze, des Malachites und der Kupferlasur; beide sind Wasser-haltige Verbindungen von Kupferoxyd und von Kohlensäure, nur in andern Verhältnissen der Bestandtheile, und dieser Umstand hat, namentlich in der Färbung beider Mineralkörper die auffallendsten Verschiedenheiten zur Folge gehabt. Bei der Kupferlasur kennt man alle Grade des Lasur- und Berlinerblauen, beim Malachit sind

Digitized by Google

smaragd- oder spangrün die Hauptfarben. Vom wesentlichen Einflusse des, zu metallischen Oxyden tretenden, Wassers gewährt Braun-Eisenstein — eines der ganz allgemein verbreiteten Eisenerze — das denkwürdigste Beispiel. Braun-Eisenstein ist Eisenoxyd, wie Eisenglanz, den wir im Vorhergehenden kennen lernten; aber beide weichen in ihren Merkmalen auffallend von einander ab. Beim Braun-Eisenstein zeigt sich nelkenbraun als charakteristische Farbe, und das Pulver des zeriebenen Erzes wird nicht roth befunden, wie beim Eisenglanz, sondern okergelb. Der Zutritt von Wasser zum Eisenoxyd macht die Verbindung weicher: Eisenoxyd wird nur von Quarz geritzt, Braun-Eisenstein läßt sich durch Feldspath ritzen. Diese Verschiedenheiten, welchen sich noch andere beigesellen, auf die wir jezt nicht einzugehen haben, werden durch den Wasser-Gehalt des Erzes bedingt: in hundert Theilen hat Braun-Eisenstein 10 bis 15 Theile Wasser beigemischt.

Manche Gebirgsarten enthalten mit Sauerstoff verbundenes Eisen; werden sie dem Einflusse feuchter Luft ausgesetzt, so nimmt das Oxyd noch mehr Sauerstoff, und zugleich Wasser in sich auf, und dadurch entsteht die rostbraune Rinde, womit unter anderen Basalte und Kalksteine bedeckt erscheinen, welche man zum Wege- oder Hausbau verwendet.

Zweier Vererzungs-Mittel habe ich nachträglich zu gedenken, ich meine Chlor und Selen; ein Stoff ist darunter, von dem bis jezt nicht die Rede war. Lezтere Substanz, zu den chemischen Elementen gehörend, steht in vieler Hinsicht dem Schwefel sehr nahe. Für uns hat Selen nur wegen der Verbindungen Interesse, die es mit gewissen Metallen eingeht; ich will daher von seinen Eigenthümlichkeiten weiter nichts sagen, als daß entzündetes Selen einen starken, besonders bezeichnenden Rettich-Geruch verbreitet. Zumal mit Blei und Kupfer

Digitized by Google

vereinigt wird Selen in der Natur gefunden. — Das andere Vererzungs-Mittel, Chlor, ist Ihnen bereits bekannt (S. 51). Chlor erscheint vorzüglich in Verbindung mit Silber und mit Quecksilber. Die Erze, welche es in beiden Fällen darstellt, sind fast stets grau von Farbe und an ihrem Diamantglanze kenntlich. Was Chlor-Erze ferner besonders auszeichnet, ist die große Weichheit; Chlor-Silber, gewöhnlich Silber-Hornerz genannt, läßt sich zu den dünnsten Spähnen schneiden, so geschmeidig ist dasselbe. Im Allgemeinen gehören Chlor-Erze, wenigstens in Europa, zu den sehr spärlichen Erzeugnissen und sind mehr mineralogische Merkwürdigkeiten; in Peru und Mexiko aber kommt Chlor-Silber häufig genug vor, um zu Silber verschmolzen werden zu können.

Dieß wäre eine ungefähre Schilderung des verschiedenartigen Zustandes, in welchem Metalle gefunden werden, wenn sie nicht gediegen erscheinen. Meine Absicht konnte nicht seyn, in ausführliche Entwickelungen einzugehen, nur die Aufzählung allgemeiner Thatsachen hatte ich im Auge. Was für uns außerdem wissenswerth, ist, wie schon bemerkt, bei den Erz-Lagerstätten nachzutragen; alsdann wollen wir von den wichtigsten Erzen jeden Metalls Kenntniß nehmen.

Nach dem bis daher über Luft und Wasser, über Gasarten, Säuren, Alkalien und Salze, über Erden und Erze Vorgetragenen, darf ich mich auf Wahrnehmungen und Meinungen von Physikern und Chemikern beziehen, ohne Besorgniß, von Ihnen mißverstanden zu werden; nun hoffe ich, Ihnen mehr genügende Auskunft zu geben, wenn Erscheinungen uns entgegenkommen, die man außerdem nicht so schnell entziffern könnte. Das Wichtigste und Bedeutendste mußte eingesehen und aufgefaßt werden, um geologischen Phänomenen sich näher zu bringen; davon sollen Sie bald die Ueberzeugung erlangen. Es war

Digitized by Google

nothwendig, Sie mit Kräften und Stoffen nicht unbekannt zu lassen, welche so vieles Licht verbreiten in der Geschichte unserer Erdbildung. Wir haben es bald mit Thatsachen zu thun, die augenfällig auf chemisch-physikalischen Gesetzen beruhen; bald sind die Erscheinungen, was ihre Erklärung betrifft, mehr zweifelhaft oder räthselvoll; allein bei der Ueberzeugung, daß nur bekannte Kräfte walten können, daß die Phänomene zusammenhängen müssen, ist es in vielen Fällen erlaubt, Hypothesen aufzustellen, und diese sind keineswegs bloß willkürliche, wenn sie mit chemisch-physikalischen Erfahrungen sich nicht im Widerspruche befinden; denn der Gang der Natur ist ein gesetzmäßiger.

Ich durfte unsern Gegenstand nicht aus dem Auge verlieren; jetzt schon tiefer einzugehen, wäre gegen meine Absicht gewesen. Für unser nächstes Vorhaben ist die erlangte Einsicht genügend; indessen schließen sich an die Erfahrungen, welche ich Ihnen darlegte, unmittelbar viele andere an, so daß ich mir gar manche Nachträge vorbehalten muß.

Digitized by Google

Neunte Vorlesung.

„Wachsen heutigen Tages noch Steine?"

Nicht leicht wird Jemand eine Gebirgs-Gegend auf gewisse Weite durchwandern, ohne das Verschiedenartige der Felsmassen wahrzunehmen, welche die sichtbar feste Oberfläche unseres Planeten ausmachen. Und eben so mannigfaltig, wie die Gesteine, zeigt sich in der Regel der Boden, die fruchttragende Erde; denn ihre Beschaffenheit hängt von der Natur der Gesteine ab, welche sie bedeckt, über denen sie ausgebreitet erscheint.

Gesteine, Fels- oder Gebirgsarten, nennen wir die mehr oder weniger ansehnliche Räume erfüllenden Mineral-Massen. Aus zersetzten Gesteinen entsteht der Boden; fortdauernd hat seine Bildung da statt, wo Gesteine aufgelöst werden, wo sie verwittern.

Das Ungleiche in der Natur der Gesteine bleibt ohne Einfluß auf den so eben festgestellten Begriff: Thon, Sand, Steinsalz, Kohlen, Magneteisen sind, in gewissem Sinne, für den Geologen nicht weniger Gesteine, als Granite, Porphyre und Laven. Ich brauche kaum hinzuzusetzen, daß alle Gesteine Mineralien sind, daß jedoch nicht sämmtliche Mineralien als Gesteine betrachtet

Digitized by Google

werden können; bei weitem die wenigsten Mineralien haben eine so bedeutende räumliche Ausdehnung.

Im Allgemeinen wurde das Entstehen der Gesteine auf zweifache Weise bedingt: Feuer und Wasser theilten sich in deren Bildung. Darauf ist die Unterscheidung der Gesteine in neptunische und in plutonische oder vulkanische begründet; Namen, welche, wie begreiflich, mit den Gottheiten der alten Fabelwelt in Beziehung sind. — Neptunische Gesteine wurden vom Wasser abgesetzt, worin das Material, aus dem sie bestehen, im Zustande chemischer Lösung, oder nur mechanisch enthalten war, d. h. im letztern Falle vom Wasser bloß getragen wurde. Plutonische, wie vulkanische Gesteine befanden sich, in Folge des Einwirkens von Hitze, im geschmolzenen Zustande, und die deutlichsten Beweise, daß geschmolzenes, flüssiges Gestein aus Erdtiefen emporgehoben wird, daß es da ausfließt, wo dasselbe den geringsten Widerstand findet, geben unsere, heutigen Tages wirksamen, Feuerberge. So entstanden, so entstehen noch gegenwärtig, Lavenströme.

Ich erwarte die Fragen: warum unterscheidet man plutonische und vulkanische Gesteine? wären nicht sämmtliche Feuer-Erzeugnisse unter einem Namen zusammenzufassen? — Die Bildung der, als plutonische zu bezeichnenden, Gesteine hat längst aufgehört; selbst die neuesten unter ihnen liegen gänzlich außerhalb des Bereiches der Geschichte; vulkanische Gesteine entstehen heutigen Tages noch, und aus ähnlichen Verhältnissen und Beziehungen beim Vorkommen plutonischer Felsarten, schließen wir, daß auch sie durch Feuer gebildet worden, obgleich nicht immer unter den nämlichen Bedingungen, die man bei gegenwärtig thätigen Vulkanen zu beobachten Gelegenheit hat.

Ein Blick auf Felsmassen, wie solche in nicht wenigen Gegenden, und mitunter selbst nahe bei einander, gefunden werden,

Digitized by Google

auf Granite, Porphyre, auf Sand- und Kalksteine, verschafft uns Beispiele jener verschiedenartigen Bildungs-Weisen. In Graniten und Porphyren erkennen wir Produkte des Feuers, in Kalk- und Sandsteinen Erzeugnisse des Wassers. Während bei Kalk- und Sandsteinen Alles darauf hindeutet, daß Lage über Lage sich ordnete, indem sie nach und nach aus Wasser abgesetzt wurden, und so sanft gerundete Hügel und Berge entstanden, stellen sich jene Feuer-Gebilde auf ganz andere Weise dar. Granite treten in hohen kühnen Berg-Gestalten hervor; Nichts zeugt für einen Niederschlag aus Wasser; jede Abtheilung in geordnete Lagen wird vermißt; hier können wir nur an Emportreibungen aus der Tiefe denken, an Massen, die geschmolzen gewesen, und mehr oder weniger gewaltsam aufwärts gedrängt, oder gestoßen worden. In ähnlicher Weise verhält es sich mit Porphyren; auch sie müssen als plutonische Producte gelten. Schon aus den Kegel-Formen ihrer Berge ergibt sich große Verschiedenheit im Vergleich zu den, von Sand- oder Kalksteinen zusammengesetzten, Höhen. Auffallender noch aber weichen Porphyre und Granite, was ihre Masse betrifft, von neptunischen Erzeugnissen ab. Dabei darf ich einen Umstand nicht unerwähnt lassen: neptunische Felsarten enthalten sehr häufig versteinerte Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen; vulkanischen Gebilden sind solche Einschlüsse durchaus fremd.

Bei weitem der größte Theil der, unsere Erdrinde ausmachenden, Gestein-Massen entstand lange vor dem Daseyn der Menschen. Was von solchen Bildungen in die geschichtliche Zeit fällt, was fortdauernd noch jetzt erzeugt wird, ist wenig bedeutend im Verhältniß zum großen Ganzen. Aber solche Thatsachen sind demungeachtet von nicht gewöhnlichem Interesse: sie verbreiten Licht über gewisse, mehr oder weniger geheimnißvolle, Phänomene.

Um durch einige Beispiele zu erläutern, wie die Natur bei Bildung von Felsmassen und von Mineralien überhaupt verfahren,

Digitized by Google

wollen wir Erzeugnisse des Wassers und des Feuers kennen lernen, wie solche heutigen Tages, und zum Theil unter den Augen des Beobachters, statt haben.

Sehr auffallende Erscheinungen lassen manche Quellen wahrnehmen. Durch größern oder geringern Kohlensäure-Gehalt ist nämlich solchen Quellen die Eigenthümlichkeit verliehen, daß ihre Wasser von kalkigen Gesteinlagen, über welche sie fließen, durch die sie sich hindurchdrängen, mehr oder weniger auflösen. So wie dieselben mit der Luft in Berührung kommen, entweicht ein Theil jener Säure als Gas in den Dunstkreis, nun fällt der aufgelöste Kalk aus dem Wasser nieder und erhärtet. Auch Erfahrungen, die wir täglich im gewöhnlichen Leben zu machen Gelegenheit haben, belehren uns über Phänomene der Art. Viele Quell- oder Brunnen-Wasser bilden, beim Verdampfen in Kesseln, oder wenn man sie längere Zeit in Gefäßen stehen läßt, so daß dieselben nach und nach verdunsten, allmälig einen kalkigen Niederschlag, der endlich zur festen Rinde erhärtet; das ist, was man „Kesselstein", „Pfannen"- oder „Wasserstein" nennt. — — Neue Kalk-Gebilde, wie die oben erwähnten, ergeben sich, in gar mancher Hinsicht, als interessant und wichtig. Die lange, nicht unterbrochene, Dauer ihres Entstehens; das Großartige der Massen, welche, aus jenen Absätzen, im Zeitverlauf hervorgehen; das Häufige ihrer Verbreitung, im Vergleich mit allen andern neuen Stein-Bildungen; das Werthvolle des Materials für gewisse Bauzwecke; dieß sind die Verhältnisse und Beziehungen, welche unsern Gebilden besondere Bedeutung verleihen. Es wird darum nicht ungeeignet seyn, wenn wir denselben unsere Aufmerksamkeit schenken. Vorher die Bemerkung, daß lockere, poröse Massen, welche auf die angedeutete Weise entstehen, als Kalktuffe bezeichnet zu werden pflegen; festere, dichtere führen den Namen Travertine. In der Römischen Ebene begreift man die gesammten

neueſten Kalk-Bildungen unter dem Ausdruck *Travertino*; ſchon die Alten kannten einen „*Lapis Tiburtinus*.“ — Ueber Kalkſinter, über Sprudel- und Erbſenſteine werden wir im Verfolg Näheres hören.

Der Stolz des alten, wie des neuen Roms, das Coloſſeum, die Peterskirche, ſind aus Travertin erbaut; aus Travertin wurden die älteſten Meiſterwerke Griechiſcher Baukunſt, die berühmten Tempel von Paeſtum, aufgeführt. Was dem Travertin vorzüglichen Werth in architektoniſcher Hinſicht gibt, iſt der Umſtand, daß das Geſtein durch Luft-Einwirkung große Feſtigkeit erlangt; es wird hart, unverwüſtlich, und leiſtet nicht ſelten längere Dienſte, als Marmor. Bauwerke aus Travertin können viele Jahrhunderte überdauern. Im Verlaufe der Zeit färben ſich die Maſſen röthlich, und dieſe Eigenſchaft trug ſehr dazu bei, den Trümmern Römiſchen Glanzes das ſo überraſchende ernſte, würdevolle Anſehen zu geben. — Manche von der Natur, aus lockern Niederſchlägen, aus Kalktuffen, errichtete Bauwerke, haben große Feſtigkeit und Dauer. So überwölbten kalkige Quellen-Abſätze, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, unfern der Stadt Clermont in Auvergne, eine Tiefe; ſie bildeten eine Art Brücke, die 200 Fuß Länge, und in der Mitte des Bogens zwei Fuß Stärke hatte. Die Tragkraft der Brücke reichte hin, um beladene Wagen mit aller Sicherheit darüber zu führen.

Unter den Quellen ſind es, wie ich bemerkte, namentlich jene, die kohlenſaures Gas enthalten und aus Kalk-Gebirgen hervortreten, welche Abſätze, wie die befragten, liefern. Die gewaltigen Travertin- und Kalktuff-Maſſen Italiens verdanken den Quellen der Apenninen-Kette ihr Entſtehen. Die Waſſer ſchwemmen Theile der kalkigen Fels-Gebilde ab, ſie löſen ſie auf, und legen das Abgeſchwemmte und Aufgelöſte am Fuße der Berge

Digitized by Google

nieder. — Was von Quellen gesagt worden, das gilt, wie sie gleich hören sollen, auch von nicht wenigen See'n.

In Zeiten, wo die Naturgeschichte nicht ihre jetzige Aufklärung durch die Scheidekunst erhalten hatte, bezeichnete man solche inkrustirende, überrindende Wasser als „versteinernde"; vom Volke wurden sie den Wundern beigezählt. Daß der *Silurus* Baum-Blätter überrinde, welche hineinfielen, dieß war den ältesten Schriftstellern nicht unbekannt geblieben. Jener Fluß, der *Sele* heutigen Tages, hat seinen Lauf unfern *Paestum*, in einer, für Erscheinungen, wie die, von denen ich rede, höchst interessanten Gegend.

Südwärts Neapel, am Ufer der weit erstreckten Bucht, umgeben von romantischen Hügeln, inmitten eines schönen, reichen Thales, liegen die Trümmer des alten *Paestums*. Man findet ansehnliche Ueberbleibsel der, aus festen Kalk-Blöcken aufgeführten, Mauern; aber die Stadt, welche sie einst umschlossen, ist längst verschwunden; schon Römische Dichter sangen von der Pracht der Rosen, die an der Stelle erblühten, wo *Paestum* gestanden. Mit Rasen und Gebüschen erscheint der weite Raum dicht überwachsen; als einzige Denkmale frühern Glanzes, stellen sich die großartigen Ruinen dreier Tempel dar; es sind jene außerordentlichen Werke früherer Baukunst, von denen ich Ihnen sagte, daß sie aus Travertin aufgeführt worden. Ein See, in unmittelbarer Nähe von *Paestum*, lieferte das Material. Noch zeigt man eine geräumige Grotte, und andere bedeutende Vertiefungen, welche, in längst vergangener Zeit, durch Wegbrechen mächtiger Gestein-Massen gebildet wurden. Es ist genau die nämliche Gebirgsart, wie jene, woraus die Tempel bestehen. Ein Bach, der bei den Ruinen vorbeifließt, setzt fortdauernd so viel Kalktuff ab, daß an den alten Stadtmauern bedeutende Lagen erzeugt werden. Binnen wenigen Stunden überzieht sich ein, ins Wasser gebrachter,

Digitized by Google

Stab mit kalkiger Rinde; Moos, Grashalme, ſchon vollkommen mit einer Stein-Hülle bedeckt, zeigen im Innern das faſt unverblichene Grün; ſo ſchnell hat der Niederſchlag jener erdigen Theile ſtatt. Am Ufer wachſende Pflanzen ſind vom kalkigen Anfluge grau gefärbt. Andere „überrindende See'n" laſſen das auffallende Phänomen wahrnehmen, daß Gewächſe, in ihrem Waſſer lebend, am untern Theile bereits inkruſtirt ſind. Es ſcheint ſonach, daß das innere Weſen derſelben keine Störung durch jenen Proceß erlitten habe, daß ihr zartes Adern-Geflecht nicht zuſammengepreßt worden. — Vom See bei *Paestum* rührt die Fabel der „ſchwimmenden Inſeln" her. Er galt als unergründlich weit hinabreichend; die Blaſen an ſeiner Oberfläche, Folgen vom Entweichen kohlenſauren Gaſes, wurden für Aufwallungen ſiedenden Waſſers genommen; und ſo glaubte man, der See koche in ſeiner tiefſten Tiefe und treibe Inſeln empor. Die Erſcheinung iſt ſehr einfach zu erklären. Rohre, Binſen, andere Waſſer-Pflanzen der Ufer ſind mit Kalktuff bedeckt. Zur Winterzeit werden ganze Haufwerke ſolcher Vegetabilien durch das bewegte Waſſer losgeriſſen und dem Fluſſe zugeführt, welcher den See ableitet. Es ſind dieß eben ſo wenig ſchwimmende Inſeln, als die gewaltigen Trümmer der, an den Ufern des Erie-See's in Nord-Amerika noch heutigen Tags entſtehenden, Kalk-Niederſchläge, die, in kältern Monaten, Eisblöcken anhängend, auf der Oberfläche jenes See's ſchwimmen.

Auch bei ſchnellſter Bewegung ſtrömender Waſſer, mitten im Bette gewaltſam aufgeregter Flüſſe, zwiſchen hinabſtürzenden Fluthen, wird nicht ſelten Kalk niedergeſchlagen. Recht augenfällige Beweiſe liefern die, nie genug bewunderten, Waſſerfälle bei *Terni* und bei *Tivoli*. Unweit *Terni* ſtürzt der *Velino* zu verſchiedenen Malen, und aus Höhen von dreihundert Fuß, über ſchroffe Felſen hinab. Die Cascaden des *Teverone* bei *Tivoli*,

Digitized by Google

Digitized by Google

Carlsruhe, durch Kunst. Verlag.

Digitized by Google

Digitized by Google

haben mit jenen von *Terni* manches Aehnliche. Kalk-Bildungen finden an diesen Wasser-Stürtzen in Menge statt, und nach sehr großartigem Maßstabe. Aus den Wellen, aus dem Schaume des donnernden Falles, fällt kalkige Substanz nieder. Die Wasser des *Teverone*, des *Anio* alter Zeit, überrinden Binsen und bilden so die schönsten Stalaktiten. — Selbst der feine Wasserstaub, von welchem die Felsen stets umhüllt sind, ist in dem Grade mit Kalk-Theilen beladen, daß Bas-Reliefs, die man ihnen aussetzt, vollkommen abgeformt werden. — In der Gegend um Rom sind diese Tuff- und Travertin-Ablagerungen bei *Tivoli* die mächtigsten. An der Seite der tiefen Schlucht, in welche das Wasser sich stürtzt, unmittelbar unter den Tempeln der Vesta und Sybille (Fig. 2, Taf. VIII), sieht man eine solche Ablagerung bei 500 Fuß mächtig. Brüche von ungeheurer Ausdehnung wurden seit ältester Zeit darin betrieben; aus ihnen hat man das Material zu den Pracht-Gebäuden der „ewigen Stadt" entnommen. Und wie schnell das „Steinwerden" hier vorwärts schreitet, davon zeugt der scharfe Abdruck eines Wagenrades mitten im jungen Kalk-Gebilde. Nicht weit von der Neptun-Grotte, dreißig Fuß unter der jetzigen Oberfläche, ist dieser Abdruck zu sehen. Vom Rade selbst verschwand begreiflich jede Spur; aber Achse, Speichen, Felgen, sind aufs Deutlichste zu erkennen.

Stocken mit Kalkerde beladene Wasser, in weiten flachen Thälern, in niedern sumpfigen Gegenden, so entweicht nicht allein ein Theil ihres Gehaltes an Kohlensäure, sondern es verdunstet das Wasser während der heißen Sommer-Monate, ganz oder zur größten Hälfte. Nun erfolgen nach und nach Niederschläge der aufgelöst gewesenen Kalk-Substanz, und es bilden sich, im Verlauf der Jahre, Stunden lang erstreckte, und mitunter sehr mächtige, Ablagerungen. Unfern *Vittoria*, im Süd-Amerikanischen

Freistaate *Colombia*, ragen Kalktuff-Hügel, über 800 Fuß hoch, gleich Vorgebirgen ins flache Land hinaus; ihre eigenthümlichen Gestalten scheinen das alte Meeresufer anzudeuten.

Bei Hergängen, wie die, welche wir bis jezt kennen lernten, hat der ganze Bildungs-Proceß des Kalkes, von seinem Beginnen an, nichts Räthselhaftes. Ungewöhnlicher, sonderbarer, sind andere Thatsachen, die den Beweis liefern, daß mit kohlensaurem Kalk beladene Wasser auch aus den Erdtiefen, und vielleicht ganz unabhängig von, daselbst etwa vorhandenen, Kalk-Ablagerungen emporsteigen. Besonders auffallend in dieser Beziehung ist der berühmte Carlsbader Sprudel. Seit Jahrhunderten strömt die Quelle, brausend und dampfend, gleich mächtig und gleich heiß, hervor. — Woher rührt die Hitze? Was erhielt die Gluht so lange Zeit hindurch? Auf diese Fragen erlauben Sie mir später zurückzukommen; die Antworten stehen mit der Lehre von Erdwärme und von Vulkanismus in engster Verbindung. So viel will ich jezt bemerken, daß die „unterirdischen Magazine von Steinkohlen und von Eisenkies", durch deren vermeinte Gegenwart man das Phänomen erklären zu können wähnte, unter die längst aufgegebenen Behauptungen gehören. — In Carlsbad sprüht das heiße Wasser rauschend und rauchend empor, mitten zwischen Granit- und Porphyr-Umgebungen aus einem kalkigen Gewölbe, aus der „Sprudelschale", einem Werke, gebildet durch Absätze der Quelle. Man blickt hinunter in die geräumige, von Dampf und Wasser erfüllte, Weitung, wie in eine unergründliche Tiefe. Im Zeit-Verlaufe hat sich, über dem ganzen Sprudel-Bassin, die erwähnte Sinterdecke, mehrere Fuß stark, erzeugt. Auf dieser Decke steht ein nicht unbeträchtlicher Theil von Carlsbad; durchbohrt man jene Decke, so wird in der Regel ein, mit Wasser erfüllter, Raum aufgeschlossen. — Der wunderbare Sprudel, mit seinen „geisterartigen Erscheinungen", lohnt eine Reise nach

Digitized by Google

Carlsbad, auch wenn man nicht dahin geht, um der Heilgöttin, der Hygea, zu huldigen. Natur-Produkte — Blumen, Kornähren, Früchte, Laubwerk, Gehäuse von Schnecken, todte Krebse — oder Kunst-Erzeugnisse verschiedenster Art, überziehen sich während des kurzen Zeitraums von acht Tagen mit „Sinter", das heißt mit einer dünnen, durch Eisenoxyd mehr oder weniger braun gefärbten, kalkigen Rinde. Die Stärke solcher Rinde steht im Verhältnisse mit der Zeit, während welcher die Gegenstände dem Einflusse der Quelle ausgesetzt bleiben; schon nach einigen Monaten erreicht die Hülle die Stärke eines halben Zolles und darüber. Von weit größerem Interesse aber sind für uns die Kalksinter-Ablagerungen, welche der Sprudel, während längeren Zeitverlaufes, da bildet, wo seine Wasser Raum finden, ihren Kalk-Gehalt allmälig niederzuschlagen. Es entstehen nach und nach stärkere Sinter-Absätze, ganze kalkige Bänke, in dünne parallele Lagen getheilt, deren jede Folge besondern Absatzes ist. Der Proceß, der eine solche Lage entstehen ließ, muß unterbrochen worden seyn, ehe sich eine neue Schichte niederschlug; denn der Zusammenhang je zweier Lagen, obwohl sie sich einander dicht anschließen, ist bei weitem weniger groß, als die Verbindung der, eine und dieselbe Lage bildenden, Theile unter sich; beim Zerschlagen fallen die verschiedenen Lagen gleich Schalen auseinander. Es sind dieß Erfahrungen, welche uns demnächst, bei unsern Betrachtungen über Schichten-Bildung zu statten kommen sollen. — Die Carlsbader „Sprudelsteine" haben eine Art Welt-Verühmtheit erlangt; nicht nur, daß man sie in keinem Europäischen Mineralien-Cabinette vermißt, und daß dieselben nach Nord- und Süd-Amerika wandern, um in Sammlungen aufbewahrt zu werden; Sprudelsteine nehmen auch gute Politur an und werden zu den zierlichsten Arbeiten mannigfaltigster Art verwendet; die gebogenen,

Digitized by Google

streifigen Farben-Zeichnungen verleihen denselben ein vorzüglich schönes Ansehen.

Ein anderes Beispiel, daß kalkhaltige Quellen nicht als beschränkt auf solche Landstriche zu betrachten sind, in denen Kalk-Gesteine vorherrschend auftreten, gewährt Süd-Frankreich. Unter den dortländischen Quellen — deren theilweise hohe Temperatur uns unverkennbar auf vulkanische Gluht tieferer Regionen hinweißt — ist keine bekannter, als die von *Saint-Alyre*. Am Fuße der Höhe, auf welcher *Clermont* erbaut ist, entspringt die Quelle aus vulkanischem Tuff, der über Granit liegt. Sie gehört zu denen, welche Kalkerde in ansehnlicher Menge enthalten, und liefert, während verhältnißmäßig kurzer Zeit, bedeutende Incrustationen. Besonders zierlich nehmen sich Weintrauben aus, die man ins Wasser gebracht. Von lichtegelblichweißer Kalk-Hülle erscheinen die Beeren sehr ebenmäßig umgeben; zerschlägt man eines der überrindeten Körner, so liegt die Traubenbeere darin, einer Mumie gleich.

In natürlichen, wie in durch Kunst geschaffenen, unterirdischen Weitungen, in Grotten und Gebirgs-Spalten, in Gruben-Gebäuden und in ähnlichen Räumen, haben, zum Theil stets fortdauernd, kalkige Absätze statt.

Die schönen Kalk-Säulen, von vielartigster Gestalt, in allen Größe-Graden, die Zapfen-förmigen und Röhren-ähnlichen Tropfsteine, diese Zierden der meisten Grotten, sind nichts als kalkige Substanz, durch eindringende Wasser abgesetzt. Die Wasser träufeln von der Decke der Grotte nieder, oder rinnen an ihren Wänden hinab. Stalaktiten nennt man von der Decke niederhängende Tropfsteine, Stalagmiten aber die vom Boden aufgerichteten Zapfen. Manche Stalaktiten, deren Bildung unterbrochen wurde, die als vollendet zu betrachten, erreichten nur die Stärke weniger Linien; andere wachsen, bei langer Dauer des

Processes, zu wahrer Riesengröße an. — Unter vielen Grotten, deren hier gedacht werden könnte, hat wohl keine so unermeßliche, und zugleich so prachtvolle Tropfstein-Säulen aufzuweisen, als die, welche der *Montserrat* umschließt (Fig. 1 auf Tafel VIII; nach de Laborde). Nicht weit von dem, auf Steinsalz-Massen erbauten, Flecken *Cordona*, in der Spanischen Provinz Catalonien, erhebt sich jener Berg. Er wird besonders auffallend durch sein Emporsteigen aus einer Ebene, und durch wundersame Fels-Gestalten, durch gezackte, spitzige Gipfel, nach welchen er den Namen trägt; denn *Montserrat* will so viel sagen, als „ausgezackter Berg". In einiger Entfernung gleicht seine Masse den Trümmern gewaltiger Bauwerke. An hoher Felswand ruht das uralte Benedictiner-Kloster, wo Ignaz von Loyola, der Stifter des Jesuiten-Ordens, sich zum Ritter der heiligen Jungfrau erklärte. Im letzten Französischen Kriege wurde die Abtei großen Theils zerstört. Weiter aufwärts findet man die berühmten Einsiedeleien, zu denen in schroffen Fels gehauene Stufen führen.

Die Wände alter Stollen (S. 22) sieht man nicht selten überzogen mit Kalksinter-Rinde, und von der Decke hängen Zapfen in verschiedener Gestalt und Größe herab. Hier finden Kalk-Bildungen häufig Gelegenheit, sich durch metallische Oxyde — Eisen, Kupfer, Kobalt — zu färben; daher die braunen, blauen, grünen und rothen Stalaktiten.

Am Rheinufer bestand, in alter Zeit, eine große Römische Wasser-Leitung. Der gemauerte und überwölbte Kanal reichte von Kölln bis zur Eifel; seine Bestimmung war: Quell-Wasser aus Kalkstein-Thälern der Römer-Colonie zuzuführen. An mehreren Stellen wird darin ein, oft acht Zoll starker, kalkiger Absatz, „Kanalstein" getroffen, der im Verlauf weniger Jahrhunderte entstanden ist. In dünne, wellenförmig gebogene, Lagen abgetheilt, bedeckt dieser Niederschlag das Mauerwerk des Kanal-Bodens,

Digitized by Google

welches in jedem Handstücke unverkennbare Merkmale Römischen Ursprungs trägt. Aus diesem „Kanalstein“ gefertigte, sehr zierliche kleine Säulen haben fast alle Nieder-Rheinischen Kirchen aufzuweisen. — Ebenso ist das Innere der Aquaducte, der bewunderungswürdigen Wasser-Leitungen, welche jeden Winkel des ungeheuern Roms versorgen, von Kalk-Absätzen überzogen; Römische Künstler verarbeiteten sie unter dem sehr ungeeigneten Namen „Alabaster“. Bei *San Vignone* in Toscana setzt sich in der Röhre, welche das Wasser von den Bädern ableitet, der starken Bewegung ungeachtet, jährlich eine Kalkrinde von sechs Zoll Dicke ab. Ebenso ist bei den, aus alter Zeit berühmten, Mineral-Wassern von Ruszbaki in Ungarn, wo die Quellen zum Bade geführt werden, eine Rinnen-artige Kruste entstanden. — Solche Ueberzüge, solche Rinden, hängen meist der Röhren-Masse mit großer Festigkeit an.

Bei dieser Gelegenheit will ich auch der schönen, blendend weißen Stalaktiten gedenken, wie man sie in vielen Gewölben, unter andern in denen der Heidelberger Schloß-Ruine findet. Aus der Höhe eindringende Wasser, welche Kohlensäure in sich aufgenommen haben, lösen den Mörtel des Mauerwerkes auf, zu dessen Grundstoffen, wie Ihnen bekannt, Kalkerde gehört; so entstehen jene Tropfsteine. An der, aus Marmor aufgeführten, Jesuiten-Kirche in Venedig sind ähnliche Erscheinungen wahrzunehmen.

Die Entstehungs-Weise kalkiger Bildungen ist, wie Sie aus dem bis jezt darüber Besprochenen entnehmen werden, im Ganzen dieselbe; aber die Umstände zeigen sich mitunter etwas verändert, und blieben keineswegs ohne Einfluß auf die Beschaffenheit, auf das äußere Wesen jener Gebilde, und auf ihr inneres Gefüge. Die Art des Absatzes: ob derselbe allmälig, oder schnell erfolgte, mit Ruhe, oder unter mannigfaltigen Störungen, läßt sich meist aus Merkmalen erkennen, welche den verschiedenen Kalk-

Digitized by Google

Bildungen eigen sind. Wenig bewegte Wasser erzeugen — auf Ebenen, auf der flachen Oberfläche niedriger Hügel, in Vertiefungen am Fuße von Bergen — Massen, welche, durch Dichte, und ein gewisses Gleichmäßiges ihrer Substanz, wie durch Reinheit der, in der Regel lichtweißen, Farbe ausgezeichnet sind. — Nur einige Worte zur nähern Charakterisirung von Travertin, Kalktuff und Kalksinter.

Der Travertin, unter jenen kalkigen Massen die dichteste, und mitunter so hart, daß er beim Zerschlagen klingt, erscheint übrigens oft auch zellig, voller Höhlungen und Blasen-ähnlichen Räumen. Runde, Röhren-artige Weitungen, das Gestein nach allen Richtungen durchziehend, sind von Schilfstängeln abzuleiten, über denen sich die weiche Masse modelte, und welche nicht selten wieder zerstört wurden.

Eigentliche sogenannte Tuffe, wie wir solche sehr oft in der Nähe von Quellen finden, sind kenntlich am Schwammigen und Porösen ihrer mehr erdigen Substanz; die auffallenden sonderbaren Gestalten verdanken dieselben pflanzlichen Theilen, namentlich Moosen, und anderen Körpern verschiedenster Art, die sie oft noch in sich eingeschlossen enthalten. Leichte lockere Massen, wie viele Kalktuffe es sind, zeugen recht augenfällig dafür, daß die Dichtheit des Niedergeschlagenen mit der Schnelle ihres Absatzes in umgekehrtem Verhältnisse steht. — Was die organischen Reste betrifft, die Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren, die Theile von Gewächsen, die Blätter von Bäumen, die verschiedenartigen Knochen und andere Gebeine, die Land- und Flußmuscheln, so zeigen sich dieselben meist den, in der nächsten Umgegend lebend vorhandenen Pflanzen und Thieren durchaus ähnlich. In gewissen Kalktuff-Ablagerungen aber trifft man, neben großen Mengen von Resten der Art, auch Ueberbleibsel solcher Thiere, die aus der Reihe lebender Wesen verschwunden, die untergegangen

Digitized by Google

sind. Ueber die Perioden des Entstehens älterer Kalktuff-Ablagerungen, geben Kunst-Produkte, Arbeiten, Erzeugnisse von Menschen verfertigt, welche zuweilen darinnen getroffen werden, manchen Aufschluß. Ich werde Gelegenheit finden, dieses an geeigneter Stelle weiter auszuführen.

Formen, und mehr noch die symetrische Anordnung der krystallinischen Theile, so wie die Umstände, unter denen, aus Kalksinter gebildete, Stalaktiten vorkommen, beweisen, daß dieselben in freien Räumen, aus Auflösungen entstanden, welche nicht in Masse vorhanden waren, sondern allmälig tropfenweise hinzutraten. Mitunter zeigen sich solche Tropfsteine auf ihrer Außenfläche, ganz, oder theilweise, mit den zierlichsten Kalkspath-Krystallen bedeckt.

Zu den seltsamsten Bildungen, deren hier zu gedenken ist, gehören endlich die sogenannten Erbsensteine, oder Pisolithe, mit einander verwachsene, und zu ganzen Massen dicht zusammengehäufte, rundliche Körner und Kügelchen aus Kalk. Es sind besondere Umstände erforderlich, um Erbsensteine entstehen zu lassen; auch trifft man sie nichts weniger als häufig. Carlsbad ist deren vorzüglichste Fundstätte. Hier liegen größere und kleinere Partieen solcher Erbsensteine mitten zwischen dem uns bekannten Sinter des Sprudels. Die einzelnen kleinen Kugeln, die Erbsen-ähnlichen Gestalten, aus schaligen Hüllen gebildet, schließen meist einen Kern ein, ein kleines Granit-Bröckchen, ein Quarz-Körnchen, ein Feldspath-Stückchen. Diese Kerne müssen im Kalk-haltigen Wasser geschwebt haben, um so gleichmäßig eingehüllt zu werden, wie sie es sind. Man denkt sich die Bildung der Erbsensteine als eigenthümliche Wirkung gewisser heißer Quellen. Die aufstoßenden Wasser trieben ihr Spiel mit den einzelnen Körnern; sie erhielten dieselben schwebend, und zugleich in steter drehender Bewegung, während die Umhüllung statt

fand. Wurden die Körner zu groß, so fielen sie nieder und verbanden sich mit den schon fertigen.

Manche, an kalkigen Theilen besonders reiche, Quellen und See'n blieben, wie Sie gehört, für gewisse technische Absichten nicht unbenutzt. In den warmen Bädern zu *Filippo* im Toskanischen werden schöne Brustbilder und Medaillen dadurch gefertigt, daß man Modelle, Schwefel-Formen, dem herabträufelnden Kalkwasser aussetzt. Auf ähnliche Weise verschafft man sich in Peru nicht nur Statuen, sondern selbst Quadersteine zum Hausbau. Dieß hat die, keineswegs haltbare Meinung veranlaßt: es wären die prachtvollen Säulen der Tempel in Paestum nicht gehauen, sondern gegossen worden. — Am Urmia-See in Persien finden sich mehrere Teiche, deren Wasser kalkige Massen absetzen. Große, aus diesem Tuff gehauene, Platten sind wahre Luxus-Artikel in jenem Lande; nur der König, seine Söhne, und die, durch einen besondern Firman privilegirten, Personen haben das Recht, sich ihrer zu bedienen. Der ausgehauene Tuff wird übrigens sehr bald wieder durch neuen ersetzt.

Daß ich so lange bei diesen Kalk-Gebilden und bei der Art ihres Entstehens verweilte, wird nicht mißdeutet werden. Es gibt nur wenige Felsarten, wo man alle Verhältnisse, von denen die Rede gewesen, so sichtbar verfolgen kann. Zu öftern Malen werde ich mich später veranlaßt finden, Sie auf das eben Abgehandelte hinzuweisen; es knüpfen sich daran manche lehrreiche und wissenswerthe Beziehungen.

Auch das Meer gewährt, in unsern Tagen, Beispiele stets fortdauernder Kalk-Bildungen. Kalkiger Schlamm, den die Wasser mit sich führen und am Ufer, an Küsten-Strecken, welche nur vorübergehend von Fluthen bedeckt werden, niederlegen, erhärtet nach und nach zu festem Kalkstein. Hin und wieder schließt solcher junge Meereskalk Gebeine von Thieren ein, deren Aehnliche

Digitized by Google

noch jezt in der Gegend leben, ferner Muscheln, mit denen übereinstimmend, die am Gestade oder im nahen Wasser gefunden werden, und außerdem nicht selten auch Kunst-Produkte verschiedener Art. Die Amerikanische Insel Guadeloupe hat hierher gehörende Erscheinungen aufzuweisen, die für uns besonders wichtig sind. Man entdeckte vor einigen Jahrzehnden, mitten in neu gebildeten Kalkstein-Bänken, Knochen, ja ganze Gerippe, welche als menschliche erkannt wurden. Anfänglich erweckte die Sache viel Aufsehen. Irriger Weise galten jene Ueberbleibsel für Anthropolithen, das heißt für versteinerte Reste von Menschen, welche vor der Sündfluth gelebt haben sollten. Wie es sich damit verhält, werde ich später zu entwickeln mich veranlaßt sehen; hier nur die Bemerkung: daß heilige Geschichten und geologische Wahrheiten den überzeugenden Beweis liefern, der Mensch sey ein neues Geschöpf auf der Erde.

An die Betrachtung dieser Kalk-Gebilde wollen wir einige Beispiele vom fortdauernden Entstehen mancher Sandsteine reihen. Vorher muß ich noch sagen, daß nicht bloß kohlensaure Kalke es sind, welche unter unsern Augen erzeugt werden; auch schwefelsaure Kalke, Gypse, bilden sich ohne Unterlaß, jedoch in weit geringerer Menge. Enthalten zu verdampfende Wasser, statt kohlensauren Kalkes, schwefelsauren Kalk gelöst, so entsteht Gyps. Diese Thatsache wurde in England beobachtet. Wasser, zur Füllung des Kessels einer Dampf-Maschine, kam aus der Tiefe bergmännischer Gruben, die man in Thonschiefer bearbeitet. Der Thonschiefer führt Kalkspath-Adern, die Eisenkies (Schwefel-Eisen) enthalten. Zersetzungen, welche vor sich gehen, veranlassen die Bildung von Gyps; Wasser, durch die Thonschiefer-Massen hindurchziehend, nehmen den Gyps in sich auf, und beim Verdampfen der Wasser wird derselbe in Krystallen abgesetzt. Die

Lösbarkeit des Gypses in Wasser erklärt das Entstehen des Minerals in Höhlen von Gyps-Gebirgen. Decke, Boden und Wände solcher Räume erscheinen nicht selten mit den zierlichsten Gypsspath-Krystallen bekleidet. Ferner wissen wir, durch Versuche von Chemikern belehrt, daß wenn Schwefel-Wasserstoff-Gas (S. 216) längere Zeit hindurch in Massen von kohlensaurem Kalk eindringt, in Folge chemischer Verwandtschafts-Gesetze, Gyps-Bildungen statt haben; die Kohlensäure muß der stärkern Schwefelsäure weichen, diese verbindet sich der Kalkerde. Als jüngstes Erzeugniß treffen wir Gypsspath auf Erz-Gängen, mit mancherlei metallischen Substanzen, zumal, wie leicht begreiflich, mit Schwefel-Metallen, und begleitet von verschiedenen andern Mineralien. Ebenso kommen Gypsspath-Krystalle in verlassenen Gruben vor, die unter Wasser stehen, und auf alten Halden (S. 27). Alle diese Phänomene haben nichts Ueberraschendes für Sie; wo die erforderlichen Stoffe vorhanden sind, wo die bedingenden und begünstigenden Umstände eintreten, da erzeugen sich Gypsspath-Krystalle und Nadeln gleichsam in Gegenwart des Naturforschers. In gewissen körnigen Gypsen hat man, nach Aussage Glauben verdienender Beobachter, „Fichtenholz-Spähne" eingeschlossen getroffen, fest mit der Gestein-Masse verwachsen; dieser Umstand würde auch bei solchen körnigen Gypsen auf sehr neue Entstehung hinweisen. Nach Maclure, einem achtbaren Nord-Amerikanischen Geologen, verdanken die körnigen Gypse an den Niagara-Fällen ihren Ursprung einem Hergang, der mit dem oben erwähnten, Entstehen der Gypsspath-Krystalle im Kessel einer Dampf-Maschine wohl vergleichbar ist: die Wasser wirken nämlich, wie gesagt wird, auf Schiefer-Massen ein, in denen Eisenkiese führende Kalkspath-Adern und Gänge in großer Häufigkeit aufsetzen.

Digitized by Google

Wenden wir uns nun zu den fortdauernd entstehenden Sandsteinen. Es sind dieß Erscheinungen, welche zum Theil mit dem eben abgehandelten in naher Beziehung stehen. Der, durch Wasser an gewissen Meeresküsten abgelagerte, Sand wird im Zeit-Verlaufe fester, und endlich zu Sandstein. Es gibt Orte, wo man gleichsam Augenzeuge dieser Umwandelung seyn kann, wo dem Beobachter die bedingenden Ursachen, die eigenthümlichen Umstände, welche das Ereigniß begleiten, nicht entgehen; vom Zerreiblichen an, lassen sich alle Erhärtungs-Stufen verfolgen. So wird der lose Sand bei Marseille, an der Nordküste Siciliens, an vielen Stellen von Kleinasien, auf der westlichen Seite von Neu-Holland, nach und nach in dem Grade hart, daß er nicht allein brauchbar ist, um Räume darin zur Befestigung von Ankertauen auszuweiten, sondern auch als Bau-Material benutzt werden kann, und selbst zu Mühlsteinen. Die Härte erlangt das neue Gebilde durch Einsickerungen kalkiger Wasser. Hinsichtlich der Massen-Beschaffenheit können solche Sandsteine, unter andern jene der Englischen Insel Wight, gar wohl den, aus ältern Erd-Perioden abstammenden, verglichen werden. Manche ähneln namentlich den bunten Sandsteinen vollkommen; sie zeigen, genau wie diese, das Gebänderte, den streifigen Wechsel rother und weißer Farben. Einige jener neuen Sandsteine schließen auch thierische Gebeine ein und Theile von Pflanzen. — Was noch besonders erwähnt zu werden verdient, das ist eine Beobachtung Riche's, welcher den Seefahrer d'Entrecasteaux begleitete. Riche sah, an der Westküste von Neu-Holland, daß Sand und kalkhaltiges Wasser bei heftigem Winde in die Luft erhoben und gegen Bäume und Strauchwerk geweht wurden. Diese bekommen dadurch nach und nach eine kalkig-sandige Rinde; endlich sterben die umschlossenen Pflanzen ab, sie verwesen, und

Digitized by Google

nun bleiben die Hüllen zurück: hohle Sandstein-Röhren in Baumförmigen oder Strauch-ähnlichen Gestalten.

Betrachten wir nach diesen, mehr oder weniger rein neptunischen, Bildungen — denn bei manchen dürften, wie Sie hören sollen, noch andere Kräfte mit im Spiel seyn — die, auf vulkanischem Wege heutigen Tages noch entstehenden, Gesteine, so bieten sich uns vor Allem die Laven dar, die Produkte thätiger Feuerberge. Durch Kanäle, welche mit ungemessenen Tiefen der Erde im Verbande sind, werden geschmolzene Massen, feuerigflüssig, heraufgetrieben, und aus den, dem Tage zugekehrten, Oeffnungen jener Schlünde, aus den Kratern, gewaltsam emporgeschleudert, oder als Gluhtströme ergossen. Die Massen erkalten, erstarren, bald schneller, bald langsamer; sie werden zu Laven. Man darf sich keineswegs vorstellen, daß Laven immer schlackig, glasig, schwarz von Farbe seyen; bei weitem der größere Theil erscheint grau, körnig, krystallinisch. Laven sind wahre Gesteine, nicht bloß ihrem Aeußern nach andern Felsarten vergleichbar, sondern auch, was die sie zusammensetzenden Theile betrifft, von ähnlicher Natur, und diese Gemengtheile der Laven müssen als neue Mineral-Substanzen gelten, in den Erdtiefen aus Urstoffen entstanden. Wir werden Gelegenheit haben, das Wahrhafte der ausgesprochenen Behauptung vollkommen einzusehen. Allein nur im Zusammenhange mit der Vulkanen-Lehre läßt sich über Laven, und ihre vielseitigen interessanten Verhältnisse, Aufschluß erlangen. Wollte ich gegenwärtig von ihrer Beschaffenheit reden, so würde ich nicht Weniges voraussetzen müssen, was noch zu erläutern ist; ich würde unvollständig bleiben, oder mich in lästige und zwecklose Wiederholungen verwickeln. Für jezt genüge es, in Laven die Beweise fortdauernden Entstehens mineralischer Massen auf vulkanischem Wege erhalten zu haben.

Digitized by Google

Die Frage: wachsen heutigen Tages noch Steine? pflegt von Uneingeweihten zu oft, mit zu lebendigem Interesse ausgesprochen zu werden, als daß ich nicht hier schon, wenn auch bloß andeutend, auf deren Beantwortung hätte eingehen sollen. Kalktuffe, Gypse, Kalk- und Sandsteine und Laven gewährten uns, in einzelnen Beispielen, Beweise von fortdauerndem Entstehen mineralischer Massen durch Wasser-Einwirkung, wie durch jene des Feuers. Wir sahen, daß die Natur im Erzeugen von Gesteinen sich keineswegs erschöpfte; ewig gesetzmäßig geht sie ihren unwandelbaren Gang.

Ich kann es mir nicht versagen, diesen Andeutungen Einiges hinzuzufügen, über neuere Mineral-Bildungen anderer Art. Bei mehreren Vulkanen, namentlich beim Vesuv, beschränkt sich die erzeugende Macht keineswegs auf Bildung von Laven; sie zeigt größere Mannigfaltigkeit in ihrem Wirken. Wenn geflossene Laven nach und nach erkalten, so ziehen sich ihre Massen zusammen; auf solche Weise entstehen Spalten und Risse, und an deren Wandungen setzen die, aus den Tiefen emporsteigenden, Dämpfe vielartige Mineralien ab, wie zum Beispiel Eisenglanz in schwarzen, lebhaft glänzenden Blättchen, salzsaures Kupferoxyd in grasgrünen, zarten, haarförmigen Krystallen, Steinsalz, Schwefel u. s. w. Ebenso haben, innerhalb der Erdrinde, ohne Unterlaß Erzeugungen dieser und jener Substanzen statt; bereits vorhandene Mineralien werden zersetzt, und es gehen daraus nicht selten neue Körper hervor. — — Es wird indessen mehr Interesse gewähren, und zugleich belehrender seyn, wenn ich die weitern Mittheilungen aufspare, bis wir mit unserer Aufgabe vertrauter geworden sind. Seiner Zeit sollen Sie von Menschen-Schädeln hören, die eine Chalcedon-ähnliche Schale umhüllt; von Feuersteinen, in denen Münzen eingeschlossen

Digitized by Google

getroffen wurden; von Nadeln und Glas-Scherben in gewissen Eisenerzen vorkommend; von Steinsalz-Blöcken, die Holzspähne und Gemshaare enthalten; von Eisen-Nägeln, mit zarten, blendend weißen Arsenik-Oxyd-Krystallen überzogen; von Rinden aus Blei-, Zink- und anderen Erzen, wie man solche in bergmännischen Gruben, auf dem Zimmerholze findet, und auf Sprossen der Leitern, zum Hinabsteigen in die unterirdischen Baue bestimmt. Diese und ähnliche Erscheinungen gelten um so mehr als sprechende Beweise für eine spätere und fortdauernde Bildung gewisser Mineralien, wenn wir die Erzeugnisse auf eigenthümliche Weise mit Producten menschlichen Kunstfleißes verbunden treffen.

Im Vorhergehenden wurde gesagt, daß bei gewissen Bildungen, welche für den ersten Blick sich als rein neptunische darstellen, noch andere Kräfte thätig seyn könnten. Zur Erläuterung füge ich bei, daß manche Absätze, welche Wasser liefert, Folgen mittelbarer Einwirkung vulkanischen Feuers sind, daß bei solchen Bildungen der Einfluß innerer Erdwärme nicht verkannt werden kann. Hitze erhöht die auflösende Kraft des Wassers oder begünstigt, in anderer Weise, den Proceß. Beim Carlsbader Sprudel hat ein Verhältniß der Art statt, und noch auffallender zeigen sich für uns die Geyser, die berühmten heißen Spring-Quellen auf Island, der denkwürdigen Insel, wo die Spuren vulkanischer Thätigkeit neu sind, wo stark erhitzte Lavenmassen sich der Oberfläche nahe befinden. Sie erinnern sich des bei der Kieselerde (S. 242) Besprochenen; Sie wissen, daß viele Quell-Wasser Kieselerde gelöst enthalten, aber daß nur sehr wenigen die Macht zusteht, jene Erde in gewisser Menge in sich aufzunehmen und wieder abzusetzen, wie solches unter andern bei den Isländischen Quellen und bei manchen Auvergnern der Fall ist.

Digitized by Google

Zum Schluſſe will ich beifügen, daß einige Mineralien sowohl durch Feuer, als durch Waſſer gebildet werden können; ſie ſind theils Erzeugniſſe feueriger Schmelzung, theils gehen ſie aus wäſſeriger Auflöſung hervor, und tragen in ſolchen Fällen meiſt beſondere Merkmale. Ich erinnere Sie an das, in der achten Vorleſung (S 249) über den verſchiedenartigen Urſprung kohlenſaurer Kalke, Beſprochene; wie ſehr weichen körnige Kalke von ſämmtlichen dichten und erdigen Kalkſteinen ab!

Digitized by Google

Zehnte Vorlesung.

Einfache und gemengte Gesteine. — Geologisch wichtige Mineralien. — Gestalten der Mineralien. — Quarz. Feldspath. Albit. Labrador. Glimmer. Augit, Hornblende. Magneteisen. Kalk. Gyps.

Wer die Absicht hat, aus gegenwärtigem Zustande der Erdrinde Schlüsse ziehen zu wollen für das Entstehen, für die Bildung derselben, dem ist genauere Kenntniß von der Beschaffenheit jener Rinde, von ihren Bestandtheilen unentbehrlich. Die größeren Massen, die Gesteine, oder Gebirgsarten, welche die Erdrinde zusammensetzen, sind, was ihre mineralische Natur angeht, entweder einfache, oder gemengte. Einfache Gesteine bestehen nur aus einem Mineralkörper, bei gemengten finden wir Theile verschiedener Mineralien zu einem Ganzen verbunden, und im Verbundenseyn liegt das Bezeichnende für solche Gebirgsarten. Einige Beispiele werden dieß vollkommen erläutern. Körniger Kalk, der bekannte Marmor von Paros und von Carrara, die Kreide, der Quarzfels, sind einfache Gesteine: zerschlagen wir dieselben, so trägt jedes Bruchstück noch die Merkmale des Ganzen; jedes Trümmchen ist körniger Kalk, Kreide oder Quarz. Auf ganz andere Weise verhält

Digitized by Google

es sich bei gemengten Gebirgsarten, wo, in häufigen Fällen die verschiedenen Theile, aus welchen sie zusammengesetzt sind, schon durch bloßen Anblick unterschieden werden können. Granite bestehen aus Körnern, Blättchen oder Krystallen dreier, von einander wesentlich abweichender, Mineral-Substanzen, aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Zerschlägt man einen Granit, so zerfällt er in Quarz-, Feldspath- und Glimmer-Theile, deren jedes sich durch besondere Eigenschaften auszeichnet, Eigenschaften, die nur ihm zustehen, und wodurch scharfe Unterscheidung möglich wird. Indem wir aber einen Granit zertrümmern, indem wir denselben in Quarz-, Feldspath- und Glimmer-Theile zerlegen, hört er auf Granit zu seyn; denn im Gemenge des Verschiedenartigen lag das Charakteristische. — Die Körner, sowohl eines und desselben Gemengtheiles, wie die Körner verschiedener Gemengtheile, haften bei Gebirgsarten, wie die erwähnten, gewöhnlich sehr fest aneinander, und die, auf solche Weise zusammengesetzten, Gesteine müssen nothwendig von sehr ungleicher mineralischer Beschaffenheit seyn, je nachdem dieser oder jener, ihrer Gemengtheile vorherrscht.

Andere gemengte, oder ungleichartige Gesteine — wie man sie auch zu nennen pflegt — sind nicht so beschaffen, wie Granite; die Theile, aus welchen dieselben bestehen, zeigen sich nicht auf solche Weise mit einander verbunden. Bei Porphyren z. B. unterscheidet man eine Hauptmasse, in der Körnchen, Krystalle, dieser oder jener Mineralien, wie eingeknetet, liegen; bei Conglomeraten (von conglomeriren, zusammenhäufen), oder bei Breccien, wird die Verbindung der Theile durch einen Teig, durch ein Bindemittel, bewirkt, welches das Verschiedenartige zusammenhält. So finden wir bei vielen Sandsteinen, die nichts als Conglomerate von feinerem oder gröberem Korne sind, einen thonigen, oder einen kalkigen, häufig mehr oder

Digitized by Google

weniger Eisen-reichen, erhärteten Schlamm, und in solchem fest gewordenen Schlamme liegen Körner, Rollstücke, Trümmer von Quarz, oder von andern Mineralien, versenkt; der Teig hält sie zusammen, er ist ein ähnliches Bindemittel, wie Mörtel bei unserem Mauerwerk. — Diese Verhältnisse sind um so wichtiger und belehrender, da wir bei denselben überall eine gewisse Einerleiheit und Gleichmäßigkeit wieder erkennen, von den Felsblöcken an, die unsere Fluren bedecken, bis zu den Hügeln und Bergen, welche durch Formen-Mannigfaltigkeit das Auge ergötzen, und bis zu den gewaltigen Höhen, deren Gipfel mit ewigen Schnee- und Eishüllen bedeckt sind.

Im Vergleich zur großen Zahl mineralischer Gattungen, welche das System aufstellt, die alle an gewissen Merkmalen erkannt und von einander unterschieden werden — es gibt deren gegenwärtig über dreihundert — hat die Natur, beim Bau der Gebirge, verhältnißmäßig nur wenige angewendet. Sie wählte im Allgemeinen meist die nämlichen Substanzen, nur mit dem Unterschiede, daß in verschiedenen Zeiträumen des Entstehens größerer, die Erdrinde ausmachenden Massen, das heißt, bei gemengten oder ungleichartigen Gesteinen, die Stoffe bald auf diese, bald auf jene Weise einander beigesellt, geordnet und vertheilt wurden. — Daher kommt es, daß, während Pflanzen und Thiere in verschiedenen Himmelsstrichen mehr oder weniger auffallend von einander abweichen, Gesteine auch in den entferntesten Welt-Gegenden, sich häufig bis zur Verwechselung ähnlich sehen. So zeigen sich gewisse Granite der Ural'schen Steppen mit denen der Amerikanischen Tropenwelt durchaus einerlei; der Kupferschiefer in Connecticut, mit seinen versteinerten Fisch-Ueberresten, ist jenem aus dem Mansfeld'schen so ähnlich, daß man Handstücke in Sammlungen, ohne Bezeichnungs-Zettel, verwechseln würde; die Grauwacke des Harzes und anderer Gebirge Europa's ist von der Nord-

Digitized by Google

Amerikaniſchen oft nicht zu unterſcheiden; der Muſchelkalk, mit ſeinen eigenthümlichen, auf dichte Haufen verſammelten, verſteinerten Ueberreſten vormaliger Meeres-Bewohner, bleibt ſich überall gleich; die gewöhnliche reine weiße Kreide trägt die nämlichen Merkmale an den Ufern von England und Frankreich, wie am Geſtade des Azof'ſchen Meeres. — Unabhängig von allen Verhältniſſen der Höhen und Breiten, erſcheinen, faſt unter allen Zonen, dieſelben Geſteine. Felsarten, welche in dieſen Gegenden an der Küſte auftreten, oder den Meeresboden bilden, ſetzen in andern die erhabenſten Höhen zuſammen.

Ehe wir die wenigen Mineralkörper genauer kennen lernen, welche, größere Maſſen bildend, als einfache Geſteine auftreten, oder deren Theile zu gemengten Gebirgsarten auf irgend eine Weiſe verbunden ſind, geſtatten Sie mir einige allgemeine Bemerkungen über die Formen in der unorganiſchen Natur, über die verſchiedenen Geſtalten der Körper des Mineralreiches. Es wird uns die Kenntniß derſelben in mehrfacher Hinſicht nützlich und intereſſant ſeyn. Jene Geſtalten laſſen nicht die unendliche Mannigfaltigkeit wahrnehmen, welche die belebte Natur aufzuweiſen hat; denn wenn wir, im Gebiete der Thier- und der Pflanzenwelt, nach Kielmeyers Zeugniß durch die kaum glaubhafte Zahl von fünf Millionen verſchiedener Formen uns überraſcht ſehen, ſo vermag das Mineralreich bei weitem nur einen unbedeutenden Gegenſatz aufzuſtellen.

Unter der Reihe von Mineralien-Geſtalten, gebührt den regelmäßigen entſchiedener Vorzug; jenen Formen, die nach Außen mit glatten und ebenen Flächen begrenzt erſcheinen, welche Flächen unter beſtimmten Winkeln zuſammentreffen. Wir nennen ſie Kryſtalle; ein Ausdruck, deſſen urſprüngliche Bedeutung Sie im Vorhergehenden erläutert finden. (S. 189.) Ich will noch hinzufügen, daß, nach

Digitized by Google

der Behauptung Anderer, Bergkryſtall das Mineral iſt, an welchem man die regelmäßige Geſtalt zuerſt wahrgenommen hat; nach dem Bergkryſtall ſollen Form und Natur-Proceß, welcher dieſelbe hervorbringt, benannt worden ſeyn.

Wie ihnen bekannt, ſo haben nicht wenige flüſſige Körper die höchſt denkwürdige Eigenſchaft, wenn ſie in feſten Zuſtand übergehen, ſich als geometriſche Figuren darzuſtellen; denn in Folge des Einwirkens anziehender Gewalten auf die Gehalt-Theile ſolcher Flüſſigkeiten ordnen ſich dieſelben, indem ſie feſt werden, auf beſtimmte Weiſe an einander. Dieß ſchöne Geſetz offenbart ſeine Macht unter den Händen des Menſchen, wie in der Natur. Gewiſſe Subſtanzen kryſtalliſiren, nachdem ſie geſchmolzen worden; andere muß man, zu dem Ende, in einer Flüſſigkeit auflöſen. — Es iſt meine Abſicht nicht, zu wiederholen, was Ihnen, aus früheren Vorträgen, noch im Angedenken ſeyn muß. Sie wiſſen, daß Schwefel bei langſamem Erkalten in Kryſtallen anſchießt, und daß, auf ähnliche Weiſe, wenn aus tiefen Laven-Spalten mit Schwefel beladene Dämpfe aufſteigen, Kryſtalle jenes Minerals ſich abſetzen. Ein anderes augenfälliges Bild vom Entſtehen der Kryſtalle, gewährt die Auflöſung gewöhnlichen Küchenſalzes in Waſſer. Nach und nach verſchwinden die Salztheile; ſie bilden mit dem Waſſer eine klare Flüſſigkeit von ſalzigem Geſchmack. Wird die Waſſer-Menge, welche zur vollkommnen Löſung des Salzes erforderlich war, durch Verdunſten an trockener Luft entfernt, oder verdampft man die Auflöſung über Feuer, ſo fügen ſich die Salztheile wieder an einander, ſie bilden Kryſtalle, Würfel mit glatter, glänzender Oberfläche. In den „Sinkwerken“ oder „Wöhren“, das iſt in den Weitungen, welche zur Gewinnung des Steinſalzes in manchen Gegenden Oeſterreichs und Baierns angelegt werden, findet fortdauernde Bildung von Steinſalz-Kryſtallen ſtatt. Sind die, mit Salz geſättigten, Waſſer

aus einem ſolchen Sinkwerke abgelaſſen worden, hat daſſelbe längere, oder kürzere Zeit trocken geſtanden, ſo trifft man Wände, Decke und Boden mit den zierlichſten Würfeln jener Subſtanz bekleidet; und dieſer Bildungs-Proceß wiederholt ſich, ſo oft aus einem, mit Waſſer erfüllten, Sinkwerke die Soole abgelaſſen worden. Eine andere Steinſalz-Bildung, nicht weniger merkwürdig, tritt noch heutigen Tages bei manchen Vulkanen ein. Die, im Jahre 1794 dem Veſuv entſtrömten, Laven überdeckten ſich, wenige Tage nach dem Erguſſe mit einer unendlichen Menge der ſchönſten Steinſalz-Kryſtalle; auch auf den Veſuviſchen Laven von 1820 erzeugten ſich zierliche Steinſalz-Würfel.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß das Entſtehen der Kryſtalle unwandelbaren Geſetzen unterworfen ſey. Bei jedem erneuten Verſuche, in ſofern Verhältniſſe und Bedingungen die nämlichen bleiben, ſehen wir genau dieſelben Formen wiederkehren. Kryſtalle, zu denen geſchmolzener Schwefel erſtarrt, jene, welche aus aufgelöstem Küchenſalze hervortreten, bleiben ſich in ihren Formen ſtets gleich. Selbſt wenn hie und da, durch Neben-Umſtände, vollkommene Ausbildung gehindert wurde, ſo erſcheinen, dem Weſentlichen nach, dennoch immer die nämlichen Geſtalten. Bei allen Kryſtalliſirungs-Proceſſen aber werden die Körper um deſto regelrechter und größer, je allmäliger die Zurückführung des Flüſſigen in den feſten Zuſtand geſchieht, mit je mehr Ruhe dieſer Hergang erfolgt. Es gibt Kryſtalle von ſolcher Kleinheit, daß man ſie kaum mit dem ſtärkſten Mikroſkop erkennen kann, während andere eine Länge und Dicke von mehreren Zollen, ja ſogar von einem Fuß und darüber haben. Bergkryſtalle zumal erreichen mitunter ungewöhnliche Größe; einzelne Kryſtalle wiegen zuweilen achthundert Pfund.

Genaueres über Kryſtall-Geſtalten gewiſſer, unſere beſondere Aufmerkſamkeit in Anſpruch nehmender Mineralien, werde ich

Digitized by Google

bei diesen nachtragen; mit einigen wichtigen Verhältnissen jener Körper müssen Sie jezt noch vertraut werden.

Lange war es Steinschleifern wohl bekannt, daß sich Krystalle nur nach gewissen Richtungen spalten lassen; daß sie, auf jede andere Weise getrennt, keine glatte, sondern eine gekrümmte, rauhe, oder sonst unregelmäßige Oberfläche zeigen: mit andern Worten: daß dieselben, im letztern Falle, keine Theilungs-, sondern nur Bruch-Flächen darbieten. Aus dem Gesagten ergibt sich der Beweis, daß bei Krystallen der regelrechte Bau keineswegs auf deren äußerlichen Umriß beschränkt blieb, sondern daß auch das innere Gefüge solcher Gestalten gesetzmäßig angeordnet sey. Manche Krystalle zerfallen schon beim bloßen Daraufschlagen mit einem Hammer in kleine Stücke von glatten und ebenen Flächen begrenzt; andere lassen sich mit größter Leichtigkeit spalten, aber bloß in diesen und jenen Richtungen, welchen bald die einen, bald die andern der, einen Krystall nach Außen umgrenzenden, Flächen parallel sind. — Noch will ich beifügen, daß, je nach Zahl und gegenseitiger Neigung der Flächen, Krystalle höchst vielartig in ihren Gestalten seyn können. Bei einem und dem nämlichen Mineral findet man oft sehr mannigfaltige Formen, ohne daß das Regelvolle verletzt würde. Naturforscher wissen, durch Beobachtung und Rechnung, in solchen zahlreichen Wandel-Gestalten, die einfachen Grundzüge wieder aufzufassen, und alle nach einer allgemeinen Hauptform hinzuleiten.

Im Gegensatze der Krystalle, haben andere Mineralien in ihrer Gestalt Aehnlichkeit mit gewissen Natur- oder Kunst-Erzeugnissen. Man unterscheidet kugelichte und traubige Formen, Nieren-, Baum- und Röhren-artige Gestalten. Des Aestigen und Zackigen ist beim Gediegen-Eisen erwähnt worden, des Drahtförmigen und Zähnigen, als vom Gediegen-Silber die Rede war. — Diese Ausdrücke sind

Digitized by Google

sämmtlich so bezeichnend, daß sie keiner weitern Erklärung bedürfen. Viele Mineralkörper stellen sich indessen auch in Formen ganz eigenthümlicher Art dar, die weder mit Natur-, noch mit Kunst-Erzeugnissen verglichen werden können. Für diese wählte man besondere Benennungen. Derb sind jene Mineralien, deren äußere Gestalt regellos, nach allen Seiten ungefähr von gleicher Ausdehnung und nicht kleiner ist, als ein Viertel-Zoll. Dem Derben steht das Eingesprengte entgegen; äußerst kleine, dem unbewaffneten Auge kaum sichtbare, Theilchen dieser oder jener Mineralien kommen in andern zerstreut vor. Die Körner gingen entweder unmittelbar aus der Hand der Natur hervor, und sind sodann oft als Krystalle zu betrachten, welche das Ziel ihrer Ausbildung nicht erreichten, oder es wurde ihnen ihre Form durch Fortführung, durch Abrundung in fließenden Wassern. Ebenso sind Geschiebe, oder Rollstücke, Mineral-Massen, deren Ecken und Kanten, durch gegenseitiges Aneinanderreiben, zugerundet, mehr und weniger abgerieben worden.

Unter den Mineralien, welche, einzeln, oder zu mehreren in beständiger Verbindung, die Gesteine, die Gebirgsarten zusammensetzen, sind manchen, durch Allgemeinheit der Verbreitung, und durch Mächtigkeit der Massen, wie durch andere Bedingnisse, sehr eingreifende Rollen in der Erd-Geschichte beschieden. Mit diesen muß ich Sie nun bekannt machen. Es gehören hieher zumal Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit, Hornblende und Magneteisen.

Aus Quarz — ein Wort, dessen Gebrauch sich im Dunkel der Vorzeit verliert, das jedoch, aller Wahrscheinlichkeit nach, Deutscher Abstammung ist — besteht ein beträchtlicher Theil der Planeten-Rinde. Quarz stellt sich deßhalb als eine Mineral-Gattung von hoher Wichtigkeit dar; dabei ist derselbe, seinem chemischen Wesen nach, unter den am allgemeinsten verbreiteten Substanzen, eine der einfachsten; denn Quarz wird bloß von Kiesel-

Digitized by Google

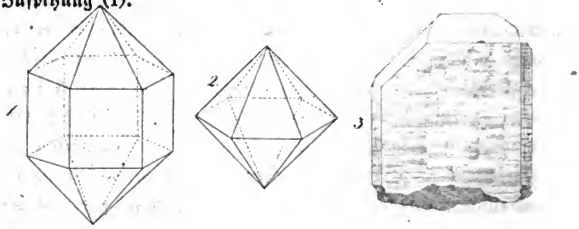
Erde gebildet. Aber die Umstände, unter welchen die Natur quarzige Mineralien erzeugte, müssen sehr mannigfaltig gewesen seyn und vielartige Verhältnisse dabei eingewirkt haben; darum konnte Einförmigkeit keineswegs der Charakter jener Substanzen seyn. Ungeheure Quarz-Massen, rein, ohne Beimengung anderer Mineralien, ragen in gar manchen Ländern, als kahle, schroffe, spitzige Felsen über die Oberfläche hervor, oder erscheinen lagenweise eingeschichtet zwischen verschiedenen Gesteinen. Ferner wählte die Natur den Quarz beim Erd-Bau sehr häufig, um ihn mit andern Mineralien zu mengen. So entstanden vielartige Felsmassen, in denen Quarz bald einen der Haupt-Bestandtheile abgibt, bald mehr zufällig auftritt. Quarz wurde sonach in ungeheurer Menge hervorgebracht; er diente als einer der wesentlichsten Stoffe bei Bildung der Planeten-Rinde. Außerdem finden wir das Mineral, sehr mannigfaltig, was Gestalt und Färbung betrifft, gleichsam als Verzierung, unter zahllosen Verhältnissen, deren Betrachtung uns nach und nach beschäftigen soll, in soweit dieß möglich ist, ohne daß ich die, mir vorgezeichneten, Grenzen überschreite.

Was den Quarz, im Vergleich zu den übrigen allgemein verbreiteten Mineralkörpern, kenntlich macht, das ist seine große Härte — er gibt Funken am Stahle — und mehr noch seine Unzerstörbarkeit: Quarz trägt das Gepräge, als sey er für die Ewigkeit geschaffen. Er weiß äußerlichen Zersetzungs-Ursachen, dem Einwirken von Luft, Wärme, Wasser u. s. w. zu widerstehen. Durch mechanische Gewalt werden Quarzmassen allerdings im Zeitverlauf zertrümmert, abgerundet, zu Rollsteinen, zu Geschieben, zu Körnern; aber während so viele andere Substanzen in Thon, oder Erde umgewandelt erscheinen, verläugnet das kleinste Sandkorn die Eigenthümlichkeit der Quarz-Natur nicht. In den unermeßlichen Zügen von Sandsteinen und von Sand, womit

Digitized by Google

ein großer Theil der Erd-Oberfläche bedeckt ist, erkennt man das Ursprüngliche der Beschaffenheit des Quarzes, das Unzerstörbare seines Wesens. Auf einer, zu den Molucken gehörenden, Insel findet sich ein Quarzsand, dessen Körnchen die des Mohnsamens an Größe nicht übertreffen, aber so klar und durchsichtig, so rein und hell sind, wie der vollkommenste Bergkrystall.

Quarz wird derb, in Körnern und krystallisirt getroffen. Die gewöhnlichste unter den regelmäßigen Gestalten ist eine sechsseitige Säule, an beiden Enden mit sechsflächiger Zuspitzung (1).



Zuweilen fehlen die Säulenflächen, und sodann stellt sich das Mineral in sechsseitigen Doppel-Pyramiden dar, (2.) Letztere Erscheinung gehört jedoch zu den weniger häufigen. Ausgezeichnete Doppel-Pyramiden finden sich namentlich im Spanischen Königreiche Aragonien, bei Offenbanya in Siebenbürgen und auf dem Eilande Java. Ferner trifft man Krystalle der Art in manchen Porphyren eingeschlossen; mit ihren Scheiteln ragen sie aus der Grundmasse des Gesteins hervor. Nicht selten zeigen sich Quarz-Krystalle regellos ausgebildet; einzelne Flächen erlangten, im Vergleich zu den übrigen, ungewöhnlich große Ausdehnung; die Pyramiden endigen nicht in einer Spitze in einem Scheitel, sondern in einer Schärfe. Dadurch entstehen Gestalten, ähnlich

Digitized by Google

Fig. 3, und andere noch mehr verzogene. Charakteristisch für Seitenflächen der Quarz-Säulen, bleibt, in allen Fällen der Art, ihre Quer-Streifung; Pyramiden-Flächen sind stets glatt.

Bergkrystalle, die reinsten, wasserhellsten, durchsichtigsten Quarze, werden von besonderer Auszeichnung und Größe in gewissen Drusenräumen und Höhlen, oder vielmehr in Spalten-ähnlichen Weitungen des Alpen-Gebirges getroffen, meist in sehr großen Höhen und an den steilsten Gehängen. In früheren Zeiten war das Aufsuchen solcher „Krystall-Keller" oder „Kammern", *„fours a cristaux"*, so nennt man die mit Bergkrystallen ausgekleideten Räume, eine Lieblings-Beschäftigung der Bewohner des Chamouny-Thales. Der Gedanke: durch Entdeckung eines Krystall-Kellers plötzlich in Besitz von Reichthümern zu kommen, hatte mächtigen Reiz. Oft stürzten „Krystall-Sucher", die keine Gefahr scheuten, in die tiefsten Abgründe, oder sie wurden unter Schnee-Massen begraben. Breite Adern weißen Quarzes, an der Außenseite von Granit- oder Gneiß-Felsen, verriethen die Gegenwart der Krystall-Keller im Innern: klang es hohl beim Anschlagen, so konnte man sein Glück durch Sprengen versuchen. In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde in den Schweizer-Bergen ein Gewölbe aufgeschlossen, das bei Tausend Centnern Bergkrystall, und einen Gewinn von 30,000 Thalern brachte. Auch der Zufall öffnete mitunter Krystall-Keller. Beim Herabstürzen eines Granit-Hornes, eines spitzigen Berg-Gipfels, in den vergletscherten Hochthälern von Chamouny, wurden, vor etwa 50 Jahren, die herrlichsten Krystall-Keller entblößt. — Wir haben im Vorhergehenden (S. 189) der zerstörenden Wirkungen gefrierenden Wassers gedacht. Nach dem so kalten Winter von 1740, fanden Krystall-Sucher die reichste Ausbeute; durch häufiges Zersprengen granitischer Felslagen, waren viele verborgene Höhlen aufgedeckt worden. — Heutigen Tages sucht man in den Alpen weniger

Digitized by Google

nach Kryſtallen. Madagaskar liefert das Mineral in gewaltigen Blöcken von derſelben Klarheit, wie die ſchönſten Schweitzer-Kryſtalle; dadurch ſanken dieſe ſehr im Preiſe. Freſſange und andere Reiſende berichten, jene Inſel ſey ſtellenweiſe mit Bergkryſtall-Blöcken wahrhaft überſäet. Man findet deren, die zwanzig Fuß im Umfange haben. Zumal im *Befoure*-Gebirge werden ſie getroffen; von den Sonnenſtrahlen beleuchtet, erglänzen die Höhen mit blendendem Lichte. Der Sand, Madagaskar in ungeheurer Menge bedeckend, beſteht faſt nur aus Bergkryſtall-Trümmern und Körnern.

Zuweilen erſcheinen Bergkryſtalle, durch geringe Beimiſchungen von Eiſen, gelb oder braun, auch ſchwarz gefärbt. Dahin der ſogenannte Citrin, der Rauchtopas und der Morion. Die „*Cairngoram*-Steine“ aus dem Schottiſchen Hochlande ſind Bergkryſtalle, welche, was die Farbe betrifft, gewiſſen Topaſen am nächſten ſtehen.

Vom Bergkryſtall iſt die am häufigſten in der Natur verbreitete Quarzart, der gemeine Quarz, durch Bruch- und Glanz-Verhältniſſe unterſchieden. Zerſchlägt man einen Bergkryſtall, ſo zeigt ſich die entblößte Oberfläche dem Innern von Muſcheln ähnlich: ſie hat einen muſchelichten Bruch; zerſchlagener gemeiner Quarz dagegen hat einen unebenen oder ſplitterigen Bruch, im letztern Falle iſt nämlich die Oberfläche mit kleinen Keil-förmigen Splittern beſetzt. Bergkryſtall wird meiſt lebhaft glasglänzend und durchſichtig gefunden, Quarz fettglänzend und durchſcheinend.

Unter den Quarz-Abänderungen und Spielarten gedenke ich des violblau gefärbten, des Amethyſtes, welcher uns ſpäter intereſſant werden wird, wenn von den blaſigen Räumen und kleinen Höhlungen gewiſſer vulkaniſcher Felsarten die Rede iſt, welche derſelbe oft auszukleiden pflegt. Ferner nenne ich Ihnen den Feuerſtein — ein unreiner, in rundlichen Stücken und in

Digitized by Google

knolligen Massen vorkommender Quarz, der besonders durch seine Beziehungen zur Kreide Wichtigkeit erlangt — den Chalcedon, Hornstein, Jaspis u. s. w. — Von sämmtlichen erwähnten quarzigen Substanzen steht keiner eine so wichtige Rolle in geologischer Hinsicht zu, wie dem gemeinen Quarze.

Nächst dem Quarze hat die Natur, beim Gebirgs-Bau, zwei andere Mineralkörper, Feldspath und Glimmer, vorzüglich häufig verwendet. Beide machen sich, als Gemengtheile vieler Gesteine, fast in gleichem Grade bedeutend, wie Quarz, und nichts ist mehr geeignet, um die auffallenden Merkmale, wodurch jene drei Substanzen leicht unterscheidbar sind, recht lebendig zu erfassen, als Handstücke gewisser Granite von grobem Korne, wo Quarz, Feldspath und Glimmer in größern Theilen und Blättern mit einander verwachsen sind.

Suchen wir zuerst mit den Eigenthümlichkeiten des Feldspaths, oder vielmehr mit jenen der verschiedenen feldspathigen Substanzen vertrauter zu werden. Bis vor nicht langer Zeit kannte man nur eine Feldspath-Gattung; jezt werden deren mehrere angenommen, und unter ihnen sind, außer dem eigentlichen Feldspath, Albit und Labrador von besonderer geologischer Bedeutung.

Feldspath, Albit und Labrador kommen, mit andern Mineralien gemengt, sehr häufig vor, und die, auf solche Weise zusammengesetzten vielartigen Gesteine sind zum Theil sehr verbreitet. Besonders gilt das Gesagte vom Feldspath, der, wie Ihnen bekannt, mit Quarz und Glimmer gemengt, Granite und Gneiße bildet, und außerdem nicht wenigen andern Felsmassen als wesentlicher oder zufälliger Bestandtheil eigen ist. Auch Albit geht in die Zusammensetzung mancher Granite ein; zumal im Alpen-Gebirge; was jedoch das Mineral besonders auszeichnet, ist der Antheil, welchen dasselbe an Bildung gewisser vulkanischer

Gesteine nimmt. Neuere Erfahrungen lehrten, daß jene Felsmassen, in denen die Feuerberge der Andes ihren Sitz haben, so weit man dieselben kennt, Albit als wesentlichen Gemengtheil enthalten. Der Labrador wird in vielen Syeniten und in manchen andern Gebirgsarten, als wesentlicher Bestandtheil getroffen; eine besondere geologische Bedeutung erlangte letzteres Mineral noch dadurch, daß dasselbe, im innigen Gemenge mit andern Substanzen, die Masse der meisten alten Laven ausmacht, namentlich der Basalte, und daß es die Laven neuer Vulkane charakterisirt, so zumal jene des Aetna. — Dieß Alles sind nur vorläufige Andeutungen.

Feldspath, Albit und Labrador haben manche gemeinschaftlichen Merkmale; daher ist es erklärbar, daß, wie Sie hörten, jene Substanzen früher als eine Gattung ausmachend betrachtet wurden. Ihre regelmäßige Formen sind einander nahe verwandt. Spaltet man solche Krystalle, oder derben Massen der genannten Mineralien, indem man die deutlichsten Blätter-Durchgänge verfolgt, so werden einfache Gestalten erhalten, welche sich im Allgemeinen sehr ähnlich sehen, in ihren Winkelmassen jedoch verschieden befunden werden. In der Härte stehen sich Feldspath, Albit und Labrador gleich; mit Quarz sind alle ritzbar, aber nicht umgekehrt: Feldspath, versucht man Quarz damit zu ritzen, zerreibt sich auf diesem, ohne einen Eindruck zu hinterlassen, und so verhalten sich auch Albit und Labrador. In der chemischen Zusammensetzung unserer Substanzen ist ebenfalls eine gewisse Gleichförmigkeit unverkennbar. Alle bestehen aus Thonerde und Kieselerde, ungefähr in denselben Menge-Verhältnissen, und aus einem Alkali, das beim Feldspathe als Kali, beim Albite und Labrador aber als Natron befunden worden, und der Labrador enthält außerdem noch Kalkerde. — In andern Kennzeichen weichen die befragten Mineralkörper jedoch von einander

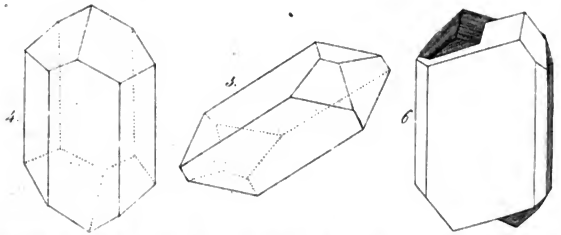
Digitized by Google

ab; auch ist die Unterscheidung dieser Feldspath-gleichen Fossilien keineswegs unwichtig, wie Sie sich bald überzeugen sollen.

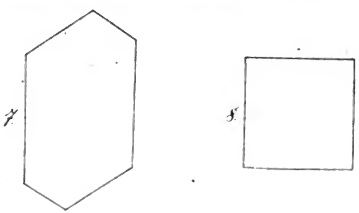
Was den Feldspath betrifft, so hat er sehr ausgezeichnete Charaktere; kaum ist Verwechselung mit andern Mineralien möglich. Im Vergleich zum Quarze macht ihn, dieß wissen Sie, schon die geringere Härte kenntlich. Eine andere denkwürdige Eigenschaft, im Gegensatz zu diesem Mineral, ist die Verwitterbarkeit des Feldspathes. Luft und Wasser, Wechsel von Sonnen-Wärme und Kälte greifen den Feldspath in der Regel leicht an. Ich verweise Sie hinsichtlich der Erscheinungen, welche bei solchen Processen statt haben, auf das bei der Thonerde Besprochene. (S. 251.) — Es sind dieß indessen keineswegs die einzigen Unterscheidungs-Merkmale beider, so allgemein verbreiteten, Mineralien. Quarz zeigt, wenn er zerschlagen wird, nie Blätter-Gefüge; dem Feldspath ist, in mehreren Richtungen, deutliches blättriges Gefüge eigen, die entblösten Flächen sind glatt und von einem, zum Perlmutterglanze sich neigenden, Glasglanz. Im Bruche erscheint Feldspath splittrig, oder uneben, und ohne Glanz.

Man findet den Feldspath in größern und kleinern blättrigen Massen und Theilen, in Körnern, derb und krystallisirt. Seine Krystalle — deren System äußerst verwickelt ist, so daß es die Naturforscher vielfach beschäftigte — weichen von jenen des Quarzes sehr wesentlich ab, auch erreichen sie nie das Kolossale in der Größe wie letztere; indessen haben der Odenwald, das Riesen-Gebirge, die Pyrenäen, und besonders Siberien, so wie die Ufer des Delaware in Nord-Amerika, Feldspath-Krystalle aufzuweisen, deren Größe 6 bis 10 Zoll beträgt. Zu den gewöhnlichsten Formen gehören eine sechsseitige, an ihren Enden mit zwei fünfseitigen Flächen zugeschärfte Säule (4), und eine rechtwinklicht vierseitige Säule, an beiden Enden mit drei Flächen versehen (5). Viele Granite enthalten solche Feldspath-Krystalle

Digitized by Google

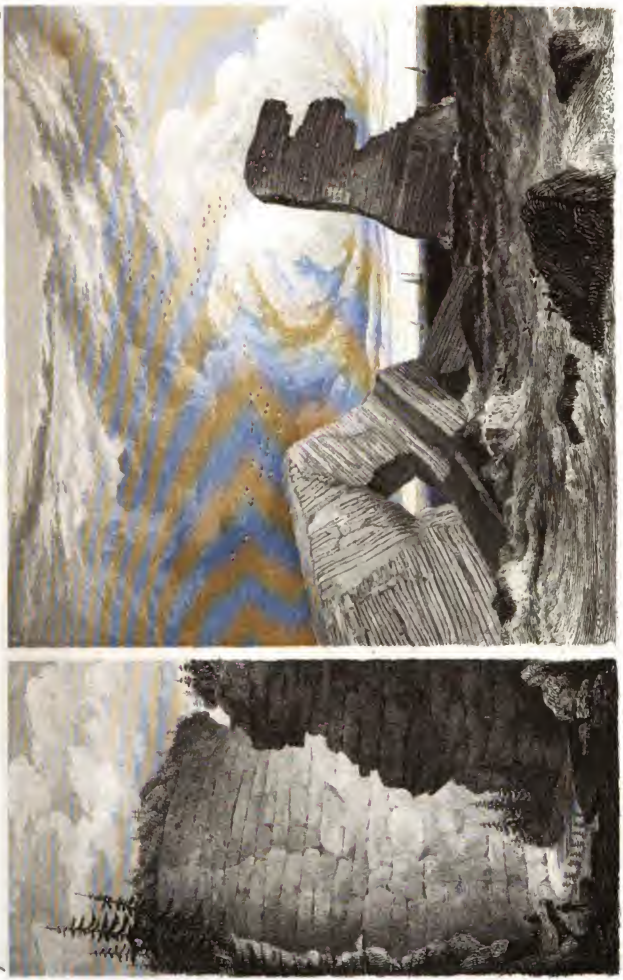


in Menge. Sie treten bald mehr, bald weniger deutlich, aus der granitischen Grundmasse hervor, und sind, im letztern Falle besser zu sehen, wenn man das Gestein anfeuchtet. Ungemein oft zeigen sich diese Krystalle, namentlich die zuerst erwähnten, paarweise verbunden, zu zweien durcheinander gewachsen; sie bilden Zwillinge, Doppel-Krystalle (6), bei welchen von zwei, an Gestalt und Größe gleichen, Krystallen der eine den andern zu durchdringen scheint, und wobei Kanten oder Ecken eines jeden derselben aus den Flächen des andern hervorragen. — Zerschlägt man einen, Feldspath-Krystalle-führenden, Granit, so lassen sich dieselben zuweilen aus der Grundmasse herauslösen; öfter erscheinen, auf der entblößten Gestein-Oberfläche, die gespaltenen oder zerrissenen Feldspath-Krystalle theils als Sechsecke (7), theils als Vierecke (8); und aus diesen Umrissen kann man auf die äußere



Digitized by Google

Digitized by Google



IX.

Form der Krystalle schließen. Die Sechsecke, von der ersten der beschriebenen Krystall-Gestalten abstammend, zeigen sich meist glänzend und von deutlichem Blätter-Gefüge; die Vierecke, der zweiten Form angehörend, sind in der Regel matt und uneben oder splittrig im Bruche.

In Graniten eingeschlossene Feldspath-Krystalle sind zwar fast immer mit der umgebenden granitischen Grundmasse fest verwachsen; aber sie verwittern bei weitem schwieriger, als diese; sie bleiben frisch, während die Grundmasse, der Zersetzung unterliegend, zerfiel. In dem, aus aufgelöstem Granit hervorgegangenen, Gruß, selbst im Ackerboden, findet man, so unter andern bei Carlsbad, in der Umgegend von Heidelberg, in Auvergne u. s. w. sehr wohlerhaltene Feldspath-Krystalle, und meist die oben erwähnten Zwillinge.

Die gewöhnlichsten Farben des Feldspathes sind graulich-, gelblich- oder röthlichweiß. Auch schön grün kommt das Mineral in den Graniten Siberiens vor; dieß ist der sogenannte Amazonenstein. Manche Feldspathe zeichnen sich durch einen Silberschein aus; sie heißen Adulare, Mondsteine oder opalisirende Feldspathe. Ceylan liefert die schönsten Feldspathe der Art. — In vielen Laven, und in andern vulkanischen Gesteinen, finden sich Feldspath-Krystalle, welche an ihrem, oft sehr lebhaften, Glasglanze, und an einem eigenthümlichen rissigen Wesen kenntlich sind. Man nennt solche Feldspathe glasige.

Ehe ich Ihnen Albit und Labrador schildere, — wir werden weniger lang dabei zu verweilen haben, indem ich mich darauf beschränke, jene Merkmale hervorzuheben, wodurch sich diese Mineralien vom Feldspath unterscheiden — nur einige Worte über die Herleitung des Namens Feldspath. Man pflegt den Ausdruck vom blättrigen, oder „späthigen“ Gefüge, und vom

Digitized by Google

häufigen Vorkommen des Fossils in granitischen Blöcken auf Feldern, abstammen zu lassen; richtiger scheint die Vermuthung einer verderbten Lesart des Wortes Felsspath, Spath der Felsen, womit man das Blätter-Gefüge der Substanz, und ihr so gewöhnliches Vorkommen als Gemengtheil von Felsmassen, bezeichnen wollte. Der Ausdruck Spath ist auf alle Mineralien anwendbar, welche, wenn sie zerschlagen werden, eine glänzende, mehr oder weniger spiegelnde, Oberfläche zeigen. Da es sehr verschiedenartige späthige Substanzen gibt, so fügt man stets die genauere Bestimmung bei: Feldspath, Kalkspath, Flußspath, Eisenspath u. s. w.

Woran Albit in der Regel leicht zu erkennen, und von dem, ihm übrigens sehr nahe stehenden, Feldspathe zu unterscheiden, das ist das federartig Gestreifte, das Fächer-Aehnliche, seiner Blätter-Lagen, das Uebergehen des Blätter-Gefüges ins Strahlige.

Digitized by Google

Was man auf den ersten Blick für Theilungs-Flächen ansieht, zeigt sich, bei genauerer Untersuchung, als bestehend aus vielen, streifenweise abwechselnden, Theilen der Flächen von zwei Krystallen, die miteinander fest verwachsen sind; denn krystallinische Massen und Krystalle des Minerals werden, fast ohne Ausnahme, als Aneinander-Reihungen von Zwillingen befunden. — Von der herrschenden Farbe, nach dem Lateinischen *albus*, weiß, trägt der Albit seinen Namen; indessen gibt es auch fleischrothe und grünliche Albite.

Der Labrador war vielleicht der einzige glänzende Stein, welchen Englische Seefahrer, im sechszehnten Jahrhundert, aus Labrador, als Musterstück eines „Golderzes" in ihr heimathliches Land brachten. Später fanden ihn Mährische Brüder, die Mitglieder einer bekannten christlichen Religions-Gesellschaft, als sie die See'n des sehr hoch liegenden *Kylgapied*-Bezirkes beschifften. Bei der Klarheit der Wasser, waren die Labrador-Blöcke, an ihrem lebhaften Farbenspiele, auf dem Seeboden zu erkennen. Durch die Mährischen Brüder wurde das Mineral, vor ungefähr sechszig Jahren, allgemeiner in Europa verbreitet. Seinen Namen trägt dasselbe von der am frühesten bekannt gewordenen, Fundstätte. Der Labrador ist, seiner Grundfarbe nach, graulichweiß oder grau; aber so wie man ihn gegen das Licht hält, spielt derselbe, auf den deutlichsten Spaltungs-Flächen, mit schönen grünen, blauen, gelben und rothen Farben. — Am häufigsten sieht man den Labrador in blätterigen, in krystallinischen Massen; daraus bestehen große stumpfeckige Stücke und Blöcke, mitunter mehrere Ellen lang und breit. Die Eskimoer suchen sie, heutigen Tages noch, in Seen und an der Meeresküste. Ausgebildete Krystalle, denen des Feldspathes ähnlich, aber stets Zwillings-Verwachsungen, finden sich nur selten. In den Aetna-Laven aber — es ist Ihnen erinnerlich, daß das Mineral an deren Zusammensetzung wesentlichen

Digitized by Google

Antheil nimmt — sind dieselben in gewisser Häufigkeit vorhanden, meist treten sie jedoch erst hervor, aus der Laven-Masse, wenn diese, durch Einwirkung von Luft und Wasser, gewisse Zerstörungs-Grade erlitten; mitunter werden sie alsdann lose getroffen, wie aus Graniten ausgewitterte Feldspath-Krystalle. — Der, im Vergleich zu Albit und Feldspath, etwas verschiedenen chemischen Zusammensetzung des Labradors wurde oben gedacht; in dieser Mischungs-Differenz ist der Grund zu suchen, daß das gepulverte Mineral in erhitzter Salzsäure aufgelöst werden kann, was bei Feldspath und Albit nicht gelingt.

Vorläufig will ich hier noch einer denkwürdigen, den Labrador betreffenden, Thatsache erwähnen. Er gehört nämlich keineswegs den, unsere Erdrinde bildenden, Gesteinen ausschließlich an; auch manche der vom Himmel oder aus dem Monde gefallenen Massen, die sogenannten Aerolithe, oder Meteorsteine, enthalten Labrador in ihrem Gemenge.

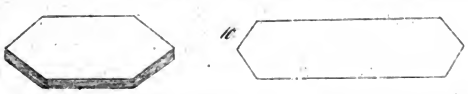
Feldspath und Labrador finden sich auch vollkommen dicht, so daß jedes Blätter-Gefüge vermißt wird. Als Grundlagen vieler Porphyre, als Gemengtheile mancher Gebirgsarten, und als selbstständige vulkanische Gesteine sind jene „dichten Feldspathe“ oder Feldsteine für uns wichtig. Wir werden sie demnächst genauer kennen lernen.

Glimmer ist das Fossil, welches, wegen einiger Aehnlichkeit mit kostbaren Metallen, um seines Erz-artigen Aussehens willen, häufig mineralogischen Aberglauben und trügerische Hoffnungen bei Unkundigen anregte. „Katzengold“ und „Katzensilber“, goldgelber, tombackbrauner oder silberweißer Glimmer, wurden von Schatzgräbern zu ihren Betrügereien benutzt; in früheren Zeiten gab man sich, selbst bei bergmännischen Unternehmungen, solchen Täuschungen hin.

Im ganzen Wesen des Glimmers liegt viel Ausgezeichnetes;

Digitized by Google

namentlich von Quarz und von Feldspath-gleichen Mineralien ist die Unterscheidung ungemein leicht. Der lebhafte Metall-ähnliche, Perlmutter-Glanz — von diesem trägt das Mineral seinen Namen, denn man pflegte ehedem, statt glänzen, glimmern zu sagen — ferner die Eigenschaft bis zu den dünnsten, elastisch biegsamen, Blättchen außerordentlich leicht spaltbar zu seyn, und die sehr geringe Härte, machen den Glimmer kenntlich. In verschiedenen ältern Gebirgsarten, weniger häufig, nur zufällig in jüngern Gesteinen erscheint das Mineral in Blättchen, die weiß, grau, gelb, roth, grün, braun oder schwarz gefärbt, nicht selten auch zu vielen zusammengehäuft sind, so daß daraus mehr und weniger dicke Glimmer-Lagen entstehen. An der Bildung von Graniten, von Gneißen und Glimmerschiefern nimmt unser Fossil wesentlichen Antheil; in letzterm Falle ist dasselbe mit Quarz, in beiden erstern mit Quarz und Feldspath verwachsen. — Deutlich ausgebildete Glimmer-Krystalle, meist sehr niedrige, zuweilen langgezogene, sechsseitige Säulen (9 und 10) kommen nicht selten



vor. — Seinem chemischen Wesen nach, zeigt Glimmer einige Aehnlichkeit mit feldspathigen Substanzen. Kieselerde und Thonerde, in manchen Glimmern auch Talkerde, findet man verbunden mit Kali, oder mit Kali und Lithon zugleich. Andere, in verschiedenen Glimmer-Arten durch chemische Analysen nachgewiesene, Stoffe dürften weniger wesentlich seyn. Die Färbung rührt von Eisen, oder von Mangan (Braunstein) her.

Dem Glimmer stehen zwei Mineralkörper, Talk und Chlorit in vielfacher Beziehung sehr nahe. Beide setzen hin und wieder weit verbreitete Gebirgs-Massen zusammen; wir werden

von ihren Merkmalen und Eigenschaften später uns genaue Kenntniß verschaffen. Als Gemengtheile von Felsarten zeigen sich Talk und Chlorit nicht besonders wichtig.

Ehe ich zur Betrachtung anderer, geologisch bedeutender, Mineralien übergehe, dürften einige Bemerkungen, die Anwendung von Quarz, Feldspath und Glimmer in Gewerben und Künsten betreffend, an ihrer Stelle seyn. Umständlich die Sache auszuführen, ist meine Absicht nicht; ich muß mich begnügen, das Interessanteste, das Belehrendste hervorzuheben. Aber Sie werden dennoch finden, wie vielartig die Vortheile sind, welche man aus jenen allgemein verbreiteten Substanzen zu ziehen weiß, seit man auf ihre Natur aufmerksamer geworden.

Quarz ist, seiner Härte, seiner Unzerstörbarkeit, und anderer Eigenschaften wegen, ein unschätzbares Material bei Bauten. Zwar eignet sich derselbe nicht gut für Bausteine; denn er kann nur mit großer Schwierigkeit bearbeitet werden, und springt beim Zerschlagen in sehr ungeregelte Formen; allein zur Bereitung des Mörtels ist Quarzsand, wie Sie wissen, nicht zu entbehren, und dieß macht seinen eigentlichen Vorzug aus. Beim Schmelzen gewisser Erze, um ihr Fließen zu befördern, gibt Quarz einen der besten „Zuschläge“ ab, und ebenso benutzt man den Feldspath; unter andern in Schweden, beim Verschmelzen von Kupferschlacken, auf vortheilhafteste Weise. Die älteste Anwendung des Quarzes, eine der wichtigsten, hat bei Verfertigung von Glas, Porzellan, Steingut, und von irdenem Geschirr statt. Der Feldspath ist, in solcher Beziehung, nicht weniger werthvoll. Er dient als Zusatz zur Porzellan-Masse, besonders zu dem, die Glasur gebenden, Theil. Vom Bergkrystall läßt sich vor allen Dingen sagen, daß man daraus, ehe das Glas erfunden und allgemeiner geworden, prachtvolle Trink-Geschirre fertigte, sogenannte Krystall-Becher. Noch gegenwärtig dienen

Digitized by Google

reinere Bergkrystalle zu Kron- und Arm-Leuchtern, zu Spiegeln, Vasen und vielfachen Pracht-Geräthschaften. — Manche Feldspath-Varietäten, so namentlich der mit opalisirendem Perlmutterscheine, der Adular und der grün gefärbte, der Amazonenstein, werden für Luxus-Gegenstände benutzt, und der Labrador zu Tischplatten, Uhrgehäusen, Tabatieren u. s. w.

Die Anwendung des Glimmers wird allerdings, jener von Feldspath und Quarz verglichen, beschränkter befunden. Auf den Gebrauch des Minerals, wie solches in lichte gefärbten, dünnen Blättern, einen Fuß und darüber groß, besonders in Graniten des Nordens, vorkommt, habe ich bereits hingedeutet, als von der Durchsichtigkeit der Fossilien die Rede war. (S. 66.) Es ist leicht denkbar, daß die Oberfläche von Fenster-Scheiben aus „Moskauer Glas“ — wie man jenen klaren, durchsichtigen Glimmer zu nennen pflegt — der Luft-Einwirkung nicht sehr lange Zeit widerstehen könne, daß sich dieselben allmälig trüben müssen; auf Kriegs-Schiffen ist jedoch ihre Anwendung besonders zweckmäßig, da sie weit weniger, als Glas, beim Abfeuern der Kanonen leiden. — Ich habe im Vorhergehenden des gefärbten Glimmers gedacht, jenes, der mit dem Spottnamen Katzensilber und Katzengold bezeichnet wird. Hier will ich noch erwähnen, daß man denselben vordem zu manchen Kloster-Arbeiten verwendete, unter andern zum Belegen von Heiligen-Bildern; daher die Benennung Marienglas. In China und auf Ceylan werden Stubenwände und Sonnenschirme mit bunt gefärbtem Glimmer verziert, auch verfertigt man allerlei abenteuerliche Figuren daraus. Etwas Besonderes muß ich zum Schlusse noch anführen. In Indien malt man Gegenstände verschiedenster Art auf die dünnsten Blätter durchsichtigen Glimmers. Solche Bilder, wie sie in neuester Zeit durch Missionäre nach Europa gebracht worden, zeichnen sich aus durch eigene Farben-Reinheit und Lebhaftigkeit.

Digitized by Google

Dieß möge eine ungefähre, nichts weniger als vollkommene, Uebersicht des Nutzens seyn, den man aus Quarz, Feldspath und Glimmer zu ziehen weiß. Später vom Gebrauche mancher Quarzarten, wie Amethyst, Feuerstein, Chalcedon.

Ich gehe nun zu Bemerkungen über, verschiedene andere Mineralien betreffend, welche als Gemengtheile von Gebirgsarten sich wichtig machen. Wir müssen mit Augit, mit Hornblende und Magneteisen bekannt werden.

Augit ist eine Substanz, welche in die Zusammensetzung der Gebilde alter Vulkane nicht weniger wesentlich eingreift, wie in jene der heutigen Tages thätigen Feuerberge; Augit erscheint für Basalte eben so bezeichnend, als für viele Laven. Am Vesuv, wie am Aetna, sind Augite von besonderer Bedeutung. Bei Neapel bilden sie die Grundmasse sämmtlicher Lavenströme, und des größeren Theiles der Auswürflinge des Feuerberges. Selbst der Sand, welcher bei Eruptionen emporgeschleudert wird, ist meist überreich an kleinen losen Augit-Krystallen; namentlich war dieß 1822 der Fall. Alle Lavenströme des Aetna, so wie sämmtliche Laven-Lagen im Berg-Innern, bestehen, nach L. von Buch's neuester Beobachtung, aus Gemengen von Augit und Labrador. Einer von den Vulkanen der Liparischen Inseln, für uns von eigenem Interesse durch seine, seit Jahrtausenden anhaltende, Thätigkeit, der Stromboli, wirft häufig Augit-Krystalle aus. Das Nämliche hatte beim Aetna statt, zur Zeit der berühmten Eruption von 1669.

Hornblende tritt, neben feldspathigen Substanzen, als Gemengtheil mancher plutonischen Gesteine auf. Krystallinische Theile und Blättchen trifft man in Syeniten, Krystalle und Nadeln in gewissen Porphyren. Selten, im Ganzen mehr zufällig, kommt das Mineral in Basalten und Laven vor; dagegen bildet Hornblende,

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

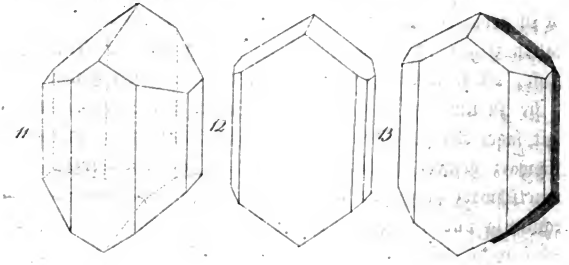
weit öfter als Augit, selbstständig, für sich, Gebirgsmassen von nicht unbeträchtlicher Ausdehnung.

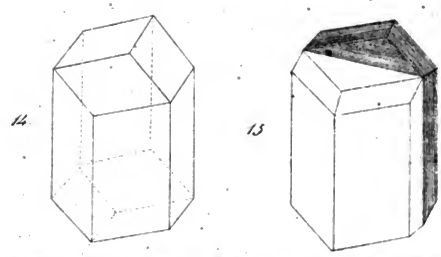
Es kann keineswegs befremden, daß zwei Substanzen, welche im Wesentlichen chemischer Zusammensetzung viel Uebereinstimmendes haben, einander in äußerlichen und sonstigen Merkmalen nahe verwandt sind. Augit und Hornblende bestehen aus Kieselerde, Kalkerde, Talkerde und Eisenoxyd, wozu sich Thonerde bald in größerer, bald in geringerer Menge gesellte. Beide Mineralien zeigen sich, auch was Einzelnheiten gewisser Verhältnisse betrifft, oft so ähnlich, daß es keineswegs in allen Fällen leicht ist, sie zu unterscheiden. Wenn ich Ihnen von Hornblende und Augit sage, daß sie selten anders als sehr dunkelgrün, oder grünlichschwarz gefärbt erscheinen, und Hornblende namentlich auch sammetschwarz zu finden ist, daß beide Fossilien gewöhnlich undurchsichtig sind und gleiche Härte haben, daß sie in ihrer Eigenschwere nicht auffallend von einander abweichen, daß ihr Verhalten vor dem Löthrohr ungefähr das nämliche ist; so beschränke ich mich für jezt darauf, von den Arten beider Mineral-Gattungen zu reden, welchen die größte geologische Bedeutung verliehen, von der sogenannten „gemeinen" oder „basaltischen" Hornblende, und von jenem Augit, welchen man als „gemeinen" zu bezeichnen pflegt. Ich füge die Bemerkung bei, daß das Wort Hornblende Schwedischer Abstammung seyn soll; der Name Augit ist aus dem Griechischen entlehnt.

Neben dem Uebereinstimmenden, wovon die Rede gewesen, besitzen indessen Hornblende und Augit auch manches Eigenthümliche und Merkwürdige. Die Krystalle beider Mineralkörper sind oft äußerst deutlich; jene des Augits sehr gewöhnlich ringsum ausgebildet. Man findet sie eingewachsen in Gesteinen, oder lose im Thon und in der Erde, aus der Verwitterung gewisser Gebirgsarten entstanden. Wenn Augit-Krystalle mit der

Digitized by Google

Grundmasse von Gesteinen, in denen man sie findet, weniger fest zusammenhängen, so fallen sie nicht selten beim Zerschlagen heraus, und hinterlassen Eindrücke, an denen man die Form aufs Genaueste erkennen kann. In diesen ihren regelmäßigen Gestalten weichen beide Fossilien von einander ab. Sie werden sich durch Vergleichung nachstehender Figuren davon überzeugen.





Die Krystalle des Augits (11) sind achtseitige Prismen, oder richtiger geschobene vierseitige Prismen mit abgestumpften Seitenkanten, und an den Enden mit zwei Flächen zugeschärft. Die Hornblende-Krystalle (14) erscheinen gleichfalls als geschobene Prismen, es finden sich jedoch meist nur deren schärfere

Seitenkanten abgestumpft, und an den Enden nimmt man drei Flächen wahr. Dieß sind die regelrechten Formen beider Mineralien, wie solche, unter für uns wichtigen Beziehungen, beinahe immer vorzukommen pflegen. Augite namentlich werden, in basaltischen Gebilden und in neuern Laven, fast in keiner andern Gestalt getroffen. Nicht selten sieht man jedoch die Abstumpfungs-Flächen der mittlern Seitenkanten besonders breit (Fig. 12), wodurch solche Augit-Krystalle, für den ersten Anblick, etwas Fremdartiges erlangen; allein es sind die nämlichen Formen, wie Fig. 11. Hornblende-Krystalle haben oft das Eigene, daß sie langgezogen, Schilf-artig, oder Nadeln-ähnlich erscheinen. Beide Mineralkörper stellen sich auch nicht selten so dar, daß ihre Krystalle auf die Art zusammengewachsen sind, daß einer gerade die umgekehrte Lage des andern hat; die Verbindung beider (Augit, Fig. 13; Hornblende, Fig. 15) erhält sodann das Aussehen, als bestände sie aus zwei Hälften eines und des nämlichen Krystalles, welche in umgekehrter Stellung an einander gefügt wären. Einer besondern Eigenthümlichkeit der Hornblende habe ich noch zu gedenken. Sie ist leicht und deutlich spaltbar nach zweien, schiefwinklich sich schneidenden, Richtungen; diese sehr vollkommenen Spaltungs-Flächen haben lebhaften Glasglanz. Und was vom Augit erwähnt zu werden verdient, ist, daß er, unter gewöhnlichen Verhältnissen, zur Verwitterung nicht sehr geneigt sich zeigt; hin und wieder trifft man jedoch Krystalle des Minerals, mit vollkommener Beibehaltung ihrer Form, zu thoniger Masse, oder auch in Grünerde umgewandelt.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen füge ich bei, daß Hornblende, wo sie im Großen, mehr frei von diesen oder jenen Einmengungen, vorkommt, um ihrer Leichtflüssigkeit willen, beim Schmelzen des Eisens mit Vortheil angewendet wird. So unter andern die strahlig-körnigen Hornblende-Massen, „Hornblende-

Digitized by Google

Gesteine", „Hornblende-Schiefer", welche wir als Einlagerungen plutonischer Formationen im Felsarten-Systeme kennen zu lernen haben. Auch dient Hornblende auf Glashütten. Man fügt sie der Fritte bei, d. i. der Glasmasse, welche zu grünen Bouteillen verblasen wird, oder schmilzt, aus Hornblende allein, dunkles sogenanntes „Steinglas", das sich zu Glas-Knöpfen, zu Korallen und dergleichen Gegenständen eignet.

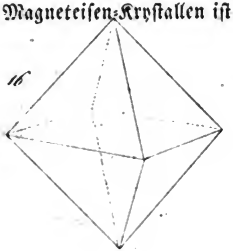
Unter den so höchst mannigfaltigen Eisenerzen ist Magneteisen das einzige, welches, als wesentlicher Gemengtheil gewisser Gebirgsarten, namentlich der vulkanischen sich bedeutend macht, und, in solcher Hinsicht, wohl zunächst dem Augit anzureihen seyn dürfte. Magneteisen gehört wesentlich zum Bestande der Basalte, wie zu jenem der meisten Laven. Aus der Zersetzung, aus der Verwitterung beider Gesteine geht der „Magneteisen-Sand" hervor, welcher in vielen Gegenden weite Landstrecken überdeckt. Man findet ihn in Lagen, mitunter einen Fuß mächtig, am Meeres-Gestade, am Ufer von Seen, im Bette von Strömen, Flüssen und Bächen. Hin und wieder, besonders an der westlichen Meeresküste Italiens, wird jener Sand zu Eisen verschmolzen. Ich erwähne der Thatsache, als eines Beweises vom häufigen Vorkommen des Erzes in gewissen Landstrichen. — Mitunter zeigt sich Magneteisen in dichten Basalten in Körnern von gewisser Größe, und in Krystallen; basaltische Schlacken enthalten zuweilen Stücke von einem Zoll Durchmesser. Meist aber ist unser Erz dem Teige solcher Gesteine, und der Laven, in Körnchen, in Blättchen, in Staub-artigen Theilchen, beigemengt, so daß wir es mit freiem Auge kaum sehen; unter dem Vergrößerungs-Glase kann jedoch die Substanz am eigenthümlichen metallischen Glanze leicht erkannt werden.

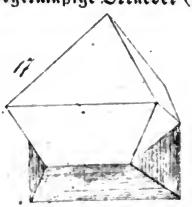
Daß Magneteisen an und für sich, rein ausgeschieden, in ungeheuern Massen vorkommt, daß es kolossale Lagen in der

Digitized by Google

Erdrinde bildet, mächtige Felsen und ganze Berge zusammensetzt, ist Ihnen, dem Allgemeinen nach, bereits bekannt geworden. Ohne gegenwärtig auf Einzelnheiten, mit solchen Erscheinungen verbunden, einzugehen, will ich nur bemerken, daß die Magneteisen-Lagerstätten Laplands, was Erstreckung und Mächtigkeit betrifft, zu den wunderbarsten gehören. Einige haben über 8000 Fuß Länge und bei 800 Fuß Dicke. Der Magneteisen-Berg bei Gellivara reicht bis zur Alpenhöhe empor. Man schätzt seine Länge auf 28,000 Fuß; die Breite wechselt zwischen 10,000 und 17,000 Fuß. Magneteisen ist eines der vorzüglich reichen Erze und darum Gegenstand sehr bedeutenden Bergbaues. Das berühmte Werk von Dannemora — ein Ihnen nicht mehr fremder Name — liefert jährlich ungefähr zweihundert und siebenzig Millionen Pfund des besten Eisensteins.

Fassen wir endlich die Merkmale ins Auge, woran der, in jeder Hinsicht wichtige, Mineralkörper, welcher uns beschäftigt, erkannt und von andern, mehr oder weniger ähnlichen Substanzen unterschieden werden kann, so zeigen sich jene Merkmale einfach, aber ungemein bestimmt. Ich habe wohl nicht nöthig, Sie an die denkwürdigen physikalischen Eigenthümlichkeiten des Erzes zu erinnern. Sie wissen, daß es dem Magnete folgsam, oft selbst Magnet ist. Von Körnern und Blättchen, in welchen die Substanz sich darstellt, war die Rede; aus dem Verbundenseyn derselben entstehen die körnigen, die krystallinischen Massen, in denen unser Mineral gefunden wird. Unter den Magneteisen-Krystallen ist das regelmäßige Oktaeder (16)


16


17

bei weitem die gewöhnlichste Form; ein von acht, unter einander gleichen, gleichseitigen Dreiecken umschlossener Körper. Oft erscheinen zwei solcher Krystalle auf ähnliche Art zusammengewachsen, wie wir sie beim Augit kennen gelernt: eines der Oktaeder hat gerade die umgekehrte Lage des andern, und die Verbindung beider erhält das Ansehen, als bestände sie aus zwei Hälften eines Oktaeders, welche in umgekehrter Stellung an einander gefügt wären (17). — Im Bruche wird Magneteisen muschelicht befunden oder uneben. Es ist vier- bis fünfmal schwerer, als Wasser, und so hart, daß dasselbe nur durch Quarz, oder durch noch härtere Mineralien geritzt werden kann. Eisenschwarz gilt als bezeichnende Farbe.

Es wird Sie interessiren zu hören, daß das, was wir als Magneteisen betrachten, keineswegs immer eine bloße Verbindung des Metalles mit Sauerstoff ist, sondern daß oft in hundert Theilen vierzehn Theile Titanoxyd enthalten sind. Mineralogen und Chemiker trennen darum das „Titaneisen" vom gewöhnlichen Magneteisen. Aber Sie brauchen nicht Sorge zu haben, daß wir auf diese Unterscheidung hier einzugehen uns veranlaßt sehen werden; uns kann es keinen Eintrag thun, ob jene Beimischung statt habe, oder nicht; denn es bedingt dieselbe, in den wesentlichen Kennzeichen des Minerals, keine auffallende Aenderungen irgend einer Art. Des Titans, eines eigenthümlichen Metalls, so wie seiner Erze, habe ich hier noch nicht zu gedenken.

So weit unsere Betrachtungen über Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit, Hornblende und Magneteisen. Andere Mineralien treten hin und wieder zwar als selbstständige Gesteine auf, sie bilden mehr und weniger weit erstreckte und mächtige Theile von Gebirgen, oder es erscheinen dieselben im Gemenge mit diesen und jenen Substanzen, so daß ihre Gegenwart in der Masse von

Digitized by Google

Gesteinen wesentlich wird und letztere dadurch gewisse Eigenthümlichkeiten erlangen. Ich nenne Ihnen, in solcher Beziehung, Eisenglanz, Eisenspath, Granat, Turmalin, Nephelin und Leuzit. Allein der Antheil, welchen diese Substanzen, unter Verhältnissen, wie die erwähnten, an Bildung der Erdrinde nehmen, ist, den Mineralkörpern verglichen, deren Betrachtung uns bis jezt beschäftigte, im Ganzen nur sehr unbedeutend. So hat — um das Ausgesprochene durch einige Beispiele zu belegen — die Insel Elba mächtige Eisenglanz-Ablagerungen aufzuweisen, ein Theil des denkwürdigen Eilandes läßt sich als Eisenglanz-Fels betrachten, des schönen Minerals, dessen Krystalle alle Farben des Prismas zurückwerfen; eine blätterige Abänderung des nämlichen Erzes, der Eisenglimmer, bildet, nicht auf altem Europäischem Festlande, wohl aber in neuen Welttheilen, gewaltige Lager von Meilen-weiter Ausdehnung; der Eisenspath (Stahlstein) tritt in mehreren Gegenden so mächtig auf, daß er mit gutem Grunde als Gebirgs-Gestein bezeichnet werden kann. Im Verhältnisse zum großen Ganzen der Erdrinde, lassen sich jedoch solche Erscheinungen nur als örtliche betrachten. Granat — wir haben hier vorzugsweise den rothgefärbten im Auge — ist recht eigentlich in verschiedenen plutonischen Felsarten zu Hause, und obwohl nur sogenannte zufällige Beimengung, wird er besonders für Glimmerschiefer und einige andere Gesteine wichtig und bezeichnend. Aehnliches gilt vom Turmalin, den wir zumal in gewissen Graniten treffen. Gesteine endlich, ohne Ausnahme Feuer-Erzeugnisse früherer oder späterer Zeiten, welche aus Gemengen von Granat, Nephelin, Leuzit, mit quarzigen, feldspathigen und einigen andern Mineralien bestehen — obwohl an und für sich sehr merkwürdig — sind von wenig bedeutender Verbreitung, und, fassen wir das Allgemeine ins Auge, nicht von besonderer Wichtigkeit; ihre Gegenwart dürfte meist von örtlichen Ursachen

Digitized by Google

und Umständen abhängig gewesen seyn. Meine Absicht ist darum nicht, Sie gegenwärtig schon über jene Substanzen ausführlicher zu unterhalten; der Verfolg gewährt dazu schicklicheren Anlaß.

Es kann und wird nun von Manchen unter Ihnen die Frage aufgeworfen werden, warum nicht dichte und körnige Kalksteine, Kalkspath, Dolomite und Bitterspath, Gypse, Steinsalz, so wie Stein- und Braunkohlen zur Sprache gekommen, da der, und mitunter sehr beträchtliche, Antheil, welchen jene Mineralien an der Erdrinde-Bildung nehmen, keineswegs zu verkennen ist? — Ich wollte die erwähnten Substanzen nicht übergehen; weßhalb derselben aber erst hier, und für jezt, wenigstens theilweise, mehr vorübergehend zu gedenken sey, dieß wird sich sogleich ergeben.

Reden wir zunächst von dichten Kalksteinen. Man findet sie nur in ganzen Gebirgsmassen; nicht als eigentliche Gemengtheile dieser oder jener Gesteine; denn Kalkstein-Bruchstücke und Trümmer, wie solche in Conglomeraten, in Breccien getroffen werden, verdienen hier keiner Erwähnung. Das Erscheinen der Kalksteine in der großen Reihe der Formationen, ihr periodisches Verschwinden und Wiederhervortreten, bezeichnen äußerst merkwürdige geologische Zeiträume. Nach dem Verschiedenartigen der Umstände, welche während des Niederschlages kalkiger Massen eintraten, erlangten diese eine gewisse mineralische Mannigfaltigkeit, viel Wandelbares im Aeußern; durch geringere oder stärkere Beimischungen und Beimengungen fremdartiger Substanzen zeigt sich ein und derselbe Hauptstoff in sehr wechselndem Gewande. Die am frühesten gebildeten Kalksteine sind meist dunkel oder buntfarbig; mit abnehmendem Alter neigen sie sich zum Grauen, die jüngsten findet man lichteweiß. Von der lockern Kreide bis zum dichtesten Kalkstein herrschen die ungleichsten Härtegrade. Es sind Felsmassen, welche, durch alle Perioden ihres Entstehens, Petrefakten führen,

Digitized by Google

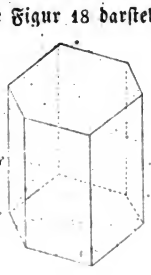
bei weitem am häufigsten versteinerte Thier-Reste. . . . Und dieses Vielartige ist von besonderer Wichtigkeit, da nicht wenige geologische Erscheinungen dadurch erklärbar werden; denn die speciellern, die bestimmtern Charaktere sind den kalkigen Ablagerungen verschiedener Perioden deutlich aufgedrückt, so daß Kalksteine, diesen und jenen Zeiträumen angehörend, zuweilen selbst aus bloßen Handstücken, mit ziemlicher Sicherheit erkannt werden können. — Wohl ließe sich eine Schilderung von Kalksteinen im Allgemeinen geben; genauer aber, interessanter und belehrender, werden Beschreibungen nach Kalkstein-Arten der verschiedenen Formationen entworfen. Aus dem oben Gesagten müssen Sie ersehen haben, daß Muschelkalk und Jurakalk, Grauwackekalk und Grobkalk, Zechstein und Kreide, und wie die mannigfaltigen Kalk-Gebilde heißen, sehr ungleiche Charaktere zeigen. Hier ist demnach nicht der Ort, jenes Vielartige abzuhandeln; im System der Gesteine soll Alles nachgetragen werden.

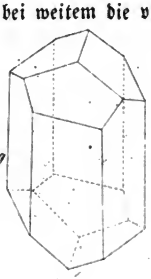
Kalkspath, das reinste Erzeugniß kalkiger Bildungen, setzt nie Gebirgsmassen zusammen; wir finden das Mineral Spalten erfüllend in den verschiedensten Felsarten, von den ältesten an bis zu den jüngsten. Als häufiger Begleiter fast aller Metalle und ihrer Erze macht sich der Kalkspath besonders wichtig. Ferner kommt die Substanz sehr gewöhnlich in Blasenräumen vulkanischer Gesteine vor. Endlich werden, in nicht wenigen, plutonischen wie neptunischen, Felsmassen, Kalkspath-Blättchen und Theilchen als Beimengungen getroffen. Letzteres gilt besonders von den verschiedenen Kalksteinen; an und für sich glanzlos, erhalten dieselben, durch jene Blättchen und Punkte einigen Schimmer. — Und unter allen diesen mannigfaltigen Verhältnissen bleibt die Kalkspath-Natur, dem Wesentlichen nach, immer die nämliche. Eine gedrängte Schilderung der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten

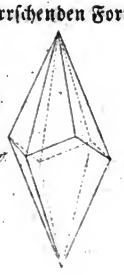
Digitized by Google

des Minerals kann darum hier ihre Stelle finden. Später werde ich auf das Mitgetheilte mich sodann bloß zu beziehen haben.

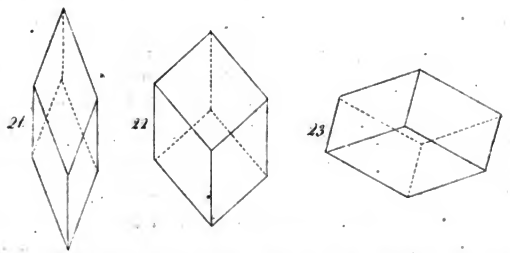
Die zuerst erwähnten Verhältnisse des Vorkommens, die Spalten, die Gangartigen Weitungen, in welchen man Kalkspathe so ungemein häufig trifft — Räume, wo ihr Entstehen zum Theil noch fortdauert — mußten für Krystall-Bildungen ganz besonders günstig seyn; denn kein anderer Mineralkörper erscheint so oft regelrecht gestaltet, keiner zeigt mehr Verschiedenheit in den Formen seiner Krystalle, deren Zahl in die Hunderte lauft. — Dieses höchst Mannigfaltige interessirt jedoch den Geologen weniger, da man in der Regel zur Bestimmung der Substanz der Form nicht bedarf. Nur so viel will ich bemerken, daß gewisse Kalkspath-Krystalle als diesen oder jenen Gegenden besonders eigen erscheinen. Eine Beobachtung von nicht gewöhnlichem Interesse; denn so viel geht aus der denkwürdigen Thatsache hervor: daß gewisse Ursachen in der Natur einen weit verbreiteten Einfluß behaupten, da Kalkspath-Krystalle, welche in einer Gebirgs-Spalte entstanden, ja selbst solche, die ganzen Berg-Zügen angehören, häufig genau die nämlichen äußern Formen zeigen, und von den in andern Gegenden vorhandenen, in dieser Beziehung sehr abweichen. Auf dem Harze, zum Beispiel, sind vollkommen sechsseitige Prismen, sogenannte „Kanonen-Spathe“ wie solche Figur 18 darstellt, bei weitem die vorherrschenden Formen;


18


19


20

zuweilen erreichen Krystalle der Art bedeutende Größe. Im Erzgebirge Sachsens dagegen sind Krystall-Gestalten wie Figur 19 — sechsseitige Prismen, an den Enden mit drei Flächen zugespitzt, „Zwecken-Drusen" Deutscher Bergleute — ganz besonders zu Hause. Die unter dem Trivial-Namen „Schweinszähne" bekannten Kalkspath-Krystalle endlich, scharfe ungleichschenkliche sechsseitige Doppel-Pyramiden (Fig. 20), werden zumal in Derbyshire getroffen, wo sie, mitunter von Fuß-Größe vorkommen. — Den sehr allgemein verbreiteten Formen unseres Minerals sind die mehr und weniger spitzwinkeligen dreiseitigen Doppel-Pyramiden, „Rhomboeder" in der krystallographischen Sprache, beizuzählen, wie u. a. Fig. 21 und 22, welche jedoch keineswegs



immer vollkommen ausgebildet, sondern oft spießig, und dabei zu mehreren gruppirt, an und auf einander gewachsen vorkommen.

Sehr gewöhnlich erscheint Kalkspath auch in krystallinischen, stänglich abgesonderten Massen, und in größern und kleinern blätterigen Partieen. An seiner geringen Härte, an der Spaltbarkeit, und am Verhalten gegen Säuren ist das Mineral, auch unter solchen Verhältnissen, sehr leicht und bestimmt zu erkennen. Kalkspath gibt am Stahle keine Funken, läßt sich mit einem Messer schaben und mit Flußspath ritzen. Nach drei Richtungen

Digitized by Google

können Kalkspath-Massen gleich vollkommen getheilt werden; man erhält, als Spaltungs-Stücke, Rhomboeder, geschobene Vierecke wie Fig. 23. Auf diese einfache Form wissen Krystallographen sämmtliche übrige regelrechte Kalkspath-Gestalten zurückzuführen; sie können dieselben alle davon ableiten. Man nennt jenes Rhomboeder darum Grund- oder Kernform des Kalkspathes; in der Natur kommt die befragte einfache Gestalt jedoch nicht vor. — Auch das Verhalten gegen Säuren ist, wie gesagt wurde, für unser Mineral besonders bezeichnend. Reiner Kalkspath besteht aus Kalkerde und Kohlensäure, in hundert Theilen ungefähr im Verhältniß wie 56 : 43; er löst sich in Salpetersäure leicht, und unter lebhaftem Brausen.

In der Regel sind Kalkspathe halbdurchsichtig. Ihre charakteristische Farbe ist die weiße; gelbe, grüne, rothe und andere Nuancen müssen als zufällig gelten, sie rühren von metallischen Beimischungen her. Nur dem Isländischen Kalkspath steht die höchste Klarheit, das Wasserhelle, die vollkommenste Durchsichtigkeit zu; man kann durch Zoll-dicke Stücke hindurch so gut lesen, als wären es die reinste Glasscheiben. Wenn wir uns in der Folge mit der denkwürdigen Insel beschäftigen, wird noch Mehreres vom Isländischen „Doppelspathe“ (S. 66) vorkommen. Ich will alsdann versuchen, Ihnen zu beweisen, daß die seltene Auszeichnung, welche jenem Mineral, und, so weit unsere Erfahrungen reichen, nur an dieser Stelle der bekannten Erde in solchem Grade verliehen ist, mit vulkanischen Phänomenen unmittelbar zusammenhängt; daß wir den Kalkspath Islands als Erzeugniß der Schmelzung anzusehen haben. — Eine besondere Abänderung des kohlensauren Kalkes, deren ich hier am besten gedenken kann, ist der Faserkalk. Er gehört zu den nicht häufigen Vorkommnissen, erscheint in Tropfstein-artiger Gestalt, und zeichnet sich, das faserige Gefüge abgerechnet, durch rein weiße Farbe und einen schönen Perlmutter-Glanz aus.

Digitized by Google

Hin und wieder, so unter andern zu Alston-Moor in Cumberland, trifft man das Mineral auf schmalen Gängen und Adern.

In manchen Beziehungen steht körniger Kalk, das Gestein, welches man, in strengem Wortsinne, als „Marmor" bezeichnet, dem Kalkspath sehr nahe; Marmor läßt sich als ein, in Feinkörnigkeit versunkener, Kalkspath betrachten. Nicht Weniges wäre zu sagen über körnigen Kalk; allein es soll uns die, in vielfacher Hinsicht wichtige, Felsart später ausführlich beschäftigen. Hier genüge die Bemerkung, daß die Masse derselben aus körnig abgesonderten Stücken besteht, welche bald fester, bald loser mit einander, und stets so verbunden sind, daß keine leeren Räume dazwischen bleiben; jedes einzelne Korn schließt sich genau den andern an, die es berühren. Wir kennen den körnigen Kalk nicht als Gemengtheil von Gesteinen; er tritt stets selbstständig in mehr oder weniger weit erstreckten Massen auf, die meist Spalten erfüllen zwischen plutonischen Gesteinen, oder Schichten-artig in denselben eingelagert sind.

Was die Dolomite betrifft, so verweise ich Sie auf das bei der Talkerde (S. 255) hinsichtlich dieses denkwürdigen Gesteines, Besprochene. Im Felsarten-Systeme sollen Merkmale und Beziehungen der Dolomite ausführlicher zur Sprache kommen. Es sind diese ihre Verhältnisse keineswegs immer gleich, sie zeigen sich vielmehr verschieden, je nachdem Dolomite in ältern oder in neuern Perioden der Erd-Bildung entstanden. Bitterspath ist krystallisirter, auf höchster Ausbildungs-Stufe stehender, Dolomit; er verhält sich zu gewöhnlichen Dolomiten wie Kalkspath zu körnigem Kalk. Mit Kalkspath hat Bitterspath in den meisten äußern Kennzeichen viel Aehnliches; aber er ist härter, er ritzt Kalkspath. Die durchscheinenden, gelblich- oder graulich-weißen, Krystalle des Minerals gehören fast immer der Figur 23 (S. 323) dargestellten Form, dem Rhomboeder an, nur stimmen

die Winkel mit jenen des Kalkspathes nicht ganz überein. Nach dem Rauten-förmigen dieser Gestalten, wurde unserm Fossil auch der Namen Rautenspath beigelegt. Der Ausdruck Bitterspath, womit dasselbe ebenfalls bezeichnet wird, deutet die Talk- oder Bittererde an, welche in der chemischen Zusammensetzung des Minerals, wie bekannt, eine wesentliche Rolle spielt. — Dolomit sowohl als Bitterspath sind der Masse von Felsarten nie beigemengt; für gewisse Gesteine aber — ich nenne Ihnen Chlorit- und Talkschiefer — gelten eingewachsene Bitterspath-Rhomboeder als sehr charakteristisch.

Was den Gyps betrifft, so ist der Antheil, welcher demselben, wenigstens in vielen Gegenden, an Bildung der Erdrinde zusteht, nicht zu verkennen. Für sich, in keiner Verbindung mit andern Mineralien — wenigstens nie in einer solchen, die mehr wesentlich für ihn wäre — setzt Gyps mächtige, aber meist wenig regelmäßige Lager, und Massen von verschiedener Größe zusammen; Gyps bildet ganze Berge, die theils ältern Zeiten angehören, theils Erzeugnisse neuerer Perioden sind. Jenen, den früher entstandenen Gyps, findet man meist ganz frei von Versteinerungen, dieser, der jüngere, umschließt mitunter denkwürdige Petrefacten, unter andern Knochen-Reste einiger, nicht mehr lebend vorhandener Thiere. — Allen Gyps-Arten ist jedoch keineswegs gleichgroße geologische Bedeutung verliehen; Sie sollen sich davon sogleich durch anzuführende Thatsachen überzeugen. Vorher die Bemerkung, daß Gyps, seiner geringen Härte wegen, vom Kalk leicht unterschieden werden kann; Gyps läßt sich durch Kalkspath ritzen, selbst mit dem Fingernagel. Auch ist Gyps nicht, wie Kalk, in Säuren unter Brausen lösbar; denn eine starke Säure, die Schwefelsäure, nimmt, wie Sie wissen, an der Zusammensetzung des Minerals wesentlichen Antheil: Gyps besteht aus Kalkerde,

Schwefelsäure und Wasser, und in 100 Theilen verhalten sich diese drei Stoffe wie 53 : 46 : 21.

Schon zu Theophrast's Zeit diente „Alabaster", d. i. körniger Gyps, für Verzierungen des Innern von Gebäuden*. Unter den ächten Antiken sieht man indessen nur wenige aus Gyps gearbeitete, und diese sollen aus Aegypten stammen. Belzoni (Reise in Aegypten und Nubien) berichtet unter anderm, bei Gelegenheit der von ihm, im Thale *Biban el Moluk*, veranstalteten Nachgrabungen, über einen aufgefundenen Sarkophag aus dem schönsten Orientalischen Alabaster. Der Steinsarg hatte mehr als 9 Fuß Länge und über 3 Fuß Breite, war aber nur zwei Zoll dick, so daß er, wenn man ein Licht hineinstellte, vollkommen durchscheinend wurde. Hunderte von Figuren, allem Vermuthen nach die Bestattungs-Feierlichkeiten der Todten darstellend, bedeckten die innere und äußere Oberfläche des seltenen Kunstwerkes. Der Sarkophag stand in der Mitte eines, in Felsen gehauenen, Saales über einer Treppe, welche mit weit erstreckten unterirdischen Gängen in Verbindung war, die tief abwärts führten. — Uebrigens bleibt es zweifelhaft, ob der „Alabaster" der Alten, und das Mineral, welches heutigen Tages mit jenem Namen bezeichnet wird, als einerlei zu betrachten sind. — Körniger Gyps ist bei weitem die am häufigsten und am mächtigsten verbreitete Art. Er kommt mit Kalk- und Sandsteinen, und mit Mergeln vor, und was ihn besonders wichtig macht, ist sein Verhältniß zum Steinsalz, welches er fast überall begleitet. Ebenso gehört Schwefel zu den Substanzen, die sehr gewöhnlich mit Gyps aufzutreten pflegen.

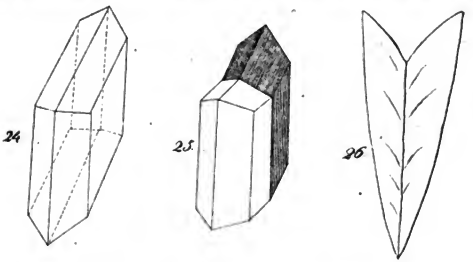
Mit körnigen Gypsen erscheinen in der Regel Blätter-Gyps

* Bei Theophrast und Plinius wird auch zuerst des eigentlichen Gypses erwähnt. Das Wort stammt aus dem Griechischen und kommt bei Herodot in der Bedeutung von Kreide vor.

Digitized by Google

und Faser-Gyps; dieser durchzieht ihn adernweise, oder wechselt in dünnen Lagen damit; größere und kleinere Massen von Blätter-Gyps liegen nach allen Richtungen im körnigen Gypse vertheilt; Spiegelflächen gleich sieht man dieselben an entblößten Wänden des Gesteins im Sonnenlichte glänzen.

Blätter-Gyps, oder Gypsspath, nach dem eisigen Aussehen auch Fraueneis genannt, kommt in der Natur nicht selten in mannigfaltigen zierlichen Krystallen vor. Eine der gewöhnlichsten unter diesen Gestalten ist eine sechsseitige Säule mit zwei gegenüberstehenden breitern und vier schmalern Seitenflächen, an den Enden durch zwei Flächen zugeschärft (24). Oft findet man zwei solcher Krystalle in Zwillings-artiger Verbindung (25), und mitunter, wie namentlich am Montmartre bei Paris, so zugerundet, daß sie ein Pfeil-förmiges Ansehen bekommen (26).



In der Richtung der, mit T bezeichneten, breitern Flächen, durch starken Perlmutterglanz ausgezeichnet, ist Gypsspath, wie Glimmer, zu Blättchen von jeder Dünne theilbar; diese Blättchen sind biegsam, aber nicht elastisch. — Reiner Gypsspath erscheint vollkommen farblos und durchsichtig.

Den Fasergyps erkennt man am Gefüge, wovon er den Namen trägt; die Fasern, bald gerade, bald gebogen, laufen untereinander parallel.

Digitized by Google

Um nicht unvollständig zu bleiben, will ich Einiges über den Gebrauch der zuletzt erwähnten Substanzen beifügen.

Was den Kalk angeht, so wissen Sie, daß wir die verschiedenen Kalksteine, nach allen ihren Eigenthümlichkeiten, genauer kennen zu lernen haben, wenn das Felsarten-System abgehandelt wird; die folgenden Bemerkungen beziehen sich mehr aufs Allgemeine.

Dichte Kalke leisten beim Bauwesen die wichtigsten Dienste als Mauersteine, sodann, im gebrannten Zustande, das heißt nachdem man ihnen den Kohlensäure-Gehalt entzogen, beim Mörtel-Bereiten. In der Landwirthschaft gewährt gepochter Kalk ein Verbesserungs-Mittel für nassen thonigen Boden, und beim Eisenstein-Schmelzen befördert er den Fluß. Die mannigfaltigste Anwendung unter allen Kalken, macht man vom körnigen; da wir uns später mit dem Gestein ausführlicher beschäftigen wollen, so wird es geeigneter seyn, diese Einzelnheiten nachzutragen. Kalkspath dient auf Schmelzhütten zur „Beschickung" gewisser Erze, welche durch ihn leichtflüssiger werden; auch wird er zu Kalk gebrannt, der vorzüglich rein und schön ist, und große Bindekraft hat.

Sehr vielartig ist der Verbrauch des Gypses. Reiner, feinkörniger Gyps, Alabaster, wird zu Säulen, Statuen, Tischplatten, Vasen, Uhr-Gehäusen u. s. w. verarbeitet. Er steht dem Marmor nach, was die Dauer betrifft, und ist schwieriger zu poliren; aber man kann ihn leichter behauen, drehen und schneiden. Die Alten drehten Trinkschalen und Salben-Büchsen aus Alabaster; in Rußland werden ganze Spiegel-Rahmen daraus geschnitzt. Eine besondere Eigenschaft des Gypses benutzt man zum Formen und Abgießen. Gyps verliert nämlich, schwacher Rothglühe-Hitze ausgesetzt, sein Wasser und wird zerreiblich; fein gepulvert geht er sodann mit Wasser von Neuem eine

Digitized by Google

Verbindung ein und erhärtet. Seit der Griechen und Römer Zeiten dient gebrannter Gyps — sogenannter Sparkalk — zu Stuccatur-Arbeiten, zur Verzierung von Decken und Wänden der Prunkzimmer. Aus gebranntem Gypse bereitet man den „Gyps-Marmor"; Säulen und Wände werden damit überzogen, und sodann geschliffen und polirt; auch bedeckt man Stuben-Böden damit, man „schlägt sie mit einem Aestrich aus." Mörtel, aus gebranntem Gypse bereitet, dient, besonders in Persien, zum mauern an Stellen, die dem Wasser nicht ausgesetzt sind. Der *Stucco* der Italiener ist ein feinerer Gyps-Mörtel. Endlich werden Abgüsse, Modelle für Bildhauer-Arbeiten, für Statuen, Büsten und dgl. aus gebranntem Gypse, besonders aus Gypsspath oder Blättergyps gefertigt, und bei gewissen Glasuren von Töpfer-Geschirren gibt derselbe einen wesentlichen Zusatz. Gebrannter, auch roher Gyps ist ein Verbesserungs-Mittel des Bodens, und leistet gute Dienste auf Wiesen, so wie beim Bau von Futter-Kräutern. Zu vergessen ist nicht, daß geringere Gypsarten hin und wieder als Mauersteine gebraucht werden; man hat jedoch keine Dauer von solchen Bauten zu hoffen, besonders wenn dem Gypse, was nicht selten der Fall, viele thonige Theile beigemengt sind. Keller-Gewölbe aus Gyps aufgeführt, erweichen nach und nach und brechen oft plötzlich zusammen. Am Mauerwerke alterthümlicher Schlösser, zumal in Thüringen, sind die Gypssteine oft ganz ausgewaschen; der Mörtel bildet stellenweise nur großzellige Massen. Blätter-Gyps hat sich dagegen mitunter als Bau-Material von ausgezeichneter Dauer bewährt. So sind, nach Helfers Erzählung, die heutigen Tages ganz in Ruinen liegenden, Kastelle von Zelebi, oder Zenobia, unfern Palmyra, aus gewaltigen Blöcken blätterigen Gypses erbaut, dem sein Glanz und seine Durchscheinheit verblieben. — Hiernach mögen Sie erkennen, wie höchst mannigfaltig die Anwendung des Gypses

Digitized by Google

ist; und noch muß ich erwähnen, daß Fasergyps zu verschiedenartigen Luxus-Artikeln verarbeitet wird, zu Perlen für Kreuze, Halsbänder und anderen Damenschmuck; es sind dieß die sogenannten Atlas-Perlen, welche indessen um Vieles dauerhafter aus dem Faserkalk gefertigt werden, dessen ich oben (S. 324) erwähnt habe.

Steinsalz, Stein- und Braunkohlen zeigen sich, wo sie auftreten, namentlich wenn dieselben größere Massen bilden, stets an die Gegenwart dieser oder jener Gesteine gebunden, von denen sie begleitet und umschlossen erscheinen. Die umständliche Erwähnung jener, in gleichen Graden interessanten und wichtigen, Substanzen kann darum hier noch unterlassen werden. Stein- und Braunkohlen bieten überdieß, hinsichtlich ihrer Abstammung aus dem Organischen, zu Betrachtungen und Entwickelungen eigener Art Stoff.

Digitized by Google

Eilfte Vorlesung.

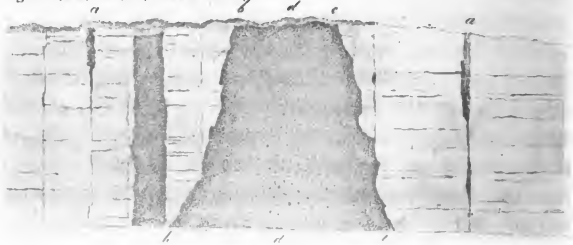
Die Gesteine nach Masse und Gefüge betrachtet. — Lagerung der Felsarten. — Merkmale neptunischer Gebilde und Altersfolge derselben.

Wir haben im Vorhergehenden die Felsarten in einfache und gemengte getheilt, wir haben krystallinisch-körnige Gesteine, Porphyre und Conglomerate unterscheiden lernen. Aber nicht alle einfache Felsarten sind das, was sie scheinen; sie bestehen keineswegs, der ganzen Masse nach, nur aus einem Mineral; bei gar manchen derselben finden sich die verbundenen Theilchen, Körner, Blättchen, selbst Krystalle verschiedener Mineralien, so innig verschmolzen, daß sie nicht mehr sichtbar blieben. Wir wollen solche Gesteine durch den Ausdruck scheinbar gleichartige bezeichnen. Die genaue Bestimmung derselben wird in vielen Fällen schwierig, aber oft hat uns die Natur, durch eigenthümliche Zerlegungen, welche sie vorgenommen, sehr werthvolle Beweise über die Zusammensetzung gewisser scheinbar gleichartiger Gesteine geliefert. So kommen, unter andern im Kaiserstuhl-Gebirge des Breisgaues, höchst feinkörnige Dolerite vor, in denen augitische, feldspathige und Magneteisen-Theilchen zu einer scheinbar gleichartigen Masse verschmolzen sind. Hat nun ein solcher Dolerit gewisse Zersetzungs-Grade

erlitten, durch lang dauernde Wirkung der Atmosphäre, haben, Luft, Wasser und Sonne ihren Einfluß ausgeübt, so treten die einzelnen Gemengtheile mehr deutlich hervor. Besonders jener Dolerit, der zu gröblichem Sand zerfallen ist, eignet sich, um die wahre Natur des Gesteins zu erkennen. Vermittelst eines Magnetstabes kann man aus dem Sande die Eisen-Theilchen hinwegnehmen; nun bleiben noch schwarze und graulichweiße Partikeln, erstere erkennt das freie Auge schon für Bruchstückchen von Augit-Krystallen — es ist die Form, welche ich S. 315 schilderte — während letzteren, die gräulichweißen Blättchen und Körnchen — unterwirft man sie irgend einer Untersuchung — sich als Feldspath oder Labrador darthun. Eben so erscheinen viele Vesuvische Laven, wie scheinbar gleichartige Gesteine; namentlich dem Teige derselben innig verschmolzene Augit-Krystalle vermag man nicht zu unterscheiden. Wirken jedoch die, aus den Tiefen emporsteigenden, und die Laven durchdringenden, Dämpfe auf deren Masse ein, so zerlegen sie solche in geringerem und höherem Grade und enthüllen das Zusammengesetzte, das Gemengte der Laven-Natur. An den Wänden der, Laven-Ströme durchziehenden, Spalten und Risse — die Erzeugnisse des berühmten Ausbruches von 1794 lassen solche Erscheinungen sehr schön wahrnehmen — wird das Verhältniß recht augenfällig. Säuren, welche die Dämpfe mit sich führen, lösten Magneteisen- und Feldspath-Theile nach und nach auf, und durch Wasser wurde das Aufgelöste weggespühlt. Allein über die Augit-Krystalle vermochten jene Dämpfe nichts; diese blieben unangegriffen. Nun sieht man die Spalten-Wände mit zierlichen Krystallen dieser Substanz besetzt, welche von der Lava, die sie früher umschlossen, frei geworden sind; in ihren bekannten Formen ragen Augit-Krystalle aus der zersetzten, Gestein-Masse hervor.

Das scheinbar Gleichartige und das Ungleichartige

der Masse gewisser vulkanischer Gesteine ist Folge ihrer mehr oder weniger beschleunigten Erstarrung, ihres schnellen oder allmälichen Ueberganges aus dem feuerig-flüssigen in festen Zustand. Dolerite sind, wie Sie hörten, krystallinisch-körnige Gemenge aus Labrador-, Augit- und Magneteisen-Theilen; nicht selten ist ihre Zusammensetzung, ihr Ungleichartiges sehr bestimmt zu erkennen. Basalte bestehen aus den nämlichen Gemengtheilen, wie Dolerite, aber sie stellen sich als scheinbar gleichartige Massen dar; es sind höchst innig gemengte, in Feinkörnigkeit versunkene, Dolerite. Denken wir uns einen aus Sandstein-Lagen (a a) bestehenden Berg.



Nehmen wir an, daß in solchem Berge eine geräumige Spalte (b c h i) vorhanden gewesen, welche durch, aus der Tiefe emporgetriebene, feuerigflüssige, basaltische Lava erfüllt worden, so wird sehr oft in der Mitte des erfüllten Raumes (d), die Masse sich mehr krystallinisch-körnig zeigen. Hier wird ihr Ungleichartiges, ihr Gemengtseyn deutlicher hervortreten, während diese Erscheinungen gegen die Wände der Spalte (b h und c i) hin weniger ausgezeichnet wahrnehmbar sind, bis endlich in deren Nähe die einzelnen Theilchen zu einem scheinbar Gleichartigen verschmolzen. Ein solcher Gang wird demnach in der Mitte aus Dolerit

Digitized by Google

bestehen, gegen die Sandstein-Wände hin aber aus Basalt. — Die Erklärung ist überaus einfach: an den bereits festgewordenen Sandstein-Wänden kühlte sich der aufgestiegene feuerigflüssige Teig schneller ab; er erhärtete, während derselbe, vielleicht für längere Zeit, in der Mitte der Spalte noch in halbliquidem Zustande verblieb; bei solcher allmäligen Abkühlung, bei dem mehr langsamen Uebergäng zur festen Beschaffenheit, mußte die deutlichere Ausbildung der einzelnen Labrador-, Augit- und Magneteisen-Theilchen, und selbst ihre Krystallisirung begünstigt werden. — Viele Grundmassen von Gesteinen sind, ohne Zweifel, nichts weiter als feinkörnige Gemenge, vorzüglich von den Mineral-Substanzen, welche in Krystallen darin vorkommen.

Sehr werthvolle Beweise für das Wahrhafte solcher Voraussetzungen und Annahmen lieferte der Englische Naturforscher James Hall. Er schmolz Bruchstücke von Doleriten im Tiegel und erhielt, bei raschem Abkühlen, schwarzes Glas, während, bei mehr langsamem Erkalten, eine krystallinisch-körnige Masse voller Blasenräume entstand, in welcher Masse man selbst kleine Krystalle, die sich gebildet hatten, unterscheiden konnte. Eben so verhielten sich geschmolzene Vesuvische Laven, wenn man sie schnell oder nach und nach erstarren ließ. Ich werde später auf diese denkwürdigen Versuche zurückkommen.

Gleichartige Gesteine, wie ungleichartige und scheinbar gleichartige, sind in Hinsicht ihres Gefüges, das heißt der Anordnung ihrer einzelnen Theilchen, entweder körnig oder schieferig. Körniges Gefüge ist jenes, wo die Masse aus größeren und kleineren frischeckigen und scharfkantigen Körnern besteht, die unmittelbar mit einander verwachsen erscheinen. Beim schieferigen Gefüge hingegen zeigt sich die Masse aus dünnen Lagen zusammengesetzt, welche einander mehr oder weniger fest verbunden sind. Bei gleichartigen schieferigen

Digitized by Google

Gesteinen werden alle dünne Lagen von der nämlichen Beschaffenheit getroffen; bei ungleichartigen schieferigen Gesteinen aber wechseln Lagen verschiedenartiger Natur mit einander. So besteht z. B. der Glimmerschiefer aus Quarz- und aus Glimmer-Lagen, die mit einander wechseln. — Gleichartige und scheinbar gleichartige Gesteine werden endlich auch dicht getroffen; ihre Massen-Theilchen sind in dem Grade zusammengedrängt, daß sie ein Ganzes bilden, an welchem keine Spur vom Verwachsenseyn jener Theilchen zu beobachten ist. Dichte Kalksteine, Basalte und viele andere Felsarten gewähren uns Beispiele.

Aus dem früher Vorgetragenen wird erinnerlich seyn, daß die, unsere Erdrinde zusammensetzenden, Felsmassen theils als Gebilde des Feuers gelten, theils als Absätze, oder Niederschläge aus Wasser. Von der verschiedenen Art der Entstehung hängt die Lagerung eines Gesteins ab; d. h. es wurde ihm dadurch die Stelle angewiesen, welche es in der Reihe anderer Felsmassen, unter, über oder zwischen diesen behauptet; ausgenommen sind nur die Fälle, wo Gesteine nicht mehr am Orte ihrer ursprünglichen Bildung sich befinden, wo dieselben durch gewaltsame Katastrophen mannigfaltiger Art, in eine, von ihrer früheren mehr oder weniger abweichende, Lage gebracht wurden.

Wir wollen dieß durch ein Beispiel näher zu erläutern suchen:

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

XI.

Digitized by Google

In Fig. 1 seyen die Ablagerungen a, b, c und d neptunische Gebilde, die, in verschiedenen Zeiten, nach und nach über einander ihre Stelle einnahmen; d wurde zuerst aus dem Wasser niedergeschlagen, darüber, nachdem die Bildung dieses Gesteins ihr Ende erreicht hatte, die Masse c u. s. w. Traten keine gewaltsamen Ereignisse ein, welche die regelrechte Folge jener Gebilde unterbrachen, so wird denselben für immer ihre ursprüngliche Lagerungs-Weise geblieben seyn. Anders verhält es sich, wenn durch eine solche Reihe neptunischer Absätze hindurch eine plutonische Masse (x in Fig. 2) emporstieg und auf das bisherige Verhältniß mehr oder weniger störend einwirkte. So wurde, im angenommenen Falle, nicht nur der Zusammenhang jener Gebilde zerrissen, ihre früher mehr wagerechte Lage geändert, sondern es drang auch ein Theil des aufgestiegenen plutonischen Materials zwischen b und a ein; a behauptet nun nicht mehr die frühere Lage, die ursprüngliche, sondern hat über der vulkanischen Masse eine Stelle gefunden.

Neptunische, wie plutonische Gebilde tragen, in Folge ihrer verschiedenartigen Entstehung besondere Merkmale; von diesen haben wir nun zunächst Kenntniß zu nehmen.

Neptunische Gebilde sind, was ihr ganzes Wesen betrifft, im Allgemeinen sehr einfach; viele erscheinen als bloße mechanische Anhäufungen; der größte Theil besteht aus kalkigen, quarzigen oder thonigen Gesteinen, welche, in vielfach wiederholtem Wechsel, mit einander auftreten, und zwischen denen, als Fremdartiges, Braunkohlen und Schwarz- oder Steinkohlen, Ueberbleibsel zusammengestürzter und vergrabener Waldungen, ihre Stellen fanden. Ursprünglich ist den neptunischen Gebirgs-Arten mit sehr wenigen Ausnahmen krystallinisches Gefüge nicht eigen. Die Kalke durchlaufen, wie bereits früher angedeutet worden, alle Mittelgrade der Textur vom vollkommenen Dichten bis

Digitized by Google

zum Erdigen. Daß hier nicht die Rede vom körnigen Kalke ist, wissen Sie; ich beziehe mich auf das S. 325 in dieser Hinsicht Bemerkte. Die quarzigen Gebilde stellen sich in der Regel als Sand, oder als Sandsteine von mehr und minder grobem Korn, zum Theil als wahre Conglomerate dar. Die thonigen Gesteine beginnen — überblickt man ihre Reihe in aufsteigender Ordnung, d. h. aus der Tiefe der Erde nach der Oberfläche hin — mit Thonschiefer, und endigen mit Thonschichten neuester Entstehung, mit Töpferthon, und mit noch jüngeren Thon-Ablagerungen. Zu Sand und Sandsteinen, wie zu den thonigen Gebilden, fand die Natur den Stoff unter den Trümmern, in höherem und geringerem Grade zerfallener, oder aufgelöster, älterer Gesteine, wie Granite, Gneiße, Glimmerschiefer u. s. w.

Wenden wir uns zu den übrigen allgemein bezeichnenden Eigenschaften neptunischer Gebilde. Drei derselben ergeben sich als besonders wichtig und verdienen Ihre ungetheilte Aufmerksamkeit. Neptunische Gebilde folgen einander in bestimmter Alters-Reihe, sie zeigen Schichtung und enthalten Ueberbleibsel einer frühern Thier- und Pflanzenwelt.

Vom ersten dieser Verhältnisse soll jezt zunächst die Rede seyn; Schichtung und Versteinerungen gedenke ich in besondern Vorlesungen abzuhandeln.

Ich sagte Ihnen, daß neptunische Gebilde, als wohl abgegrenzte Mineral-Massen in bestimmter Alters-Reihe auf einander folgen. Wir haben es keineswegs mit einem rohen Bauwerke zu thun, mit einem wirren Durcheinander; jedem einzelnen Gliede ist seine Stelle angewiesen. Und dieß Gleichförmige, dieß Unveränderliche in der Uebereinander-Lagerung ist, so weit alle Erfahrungen reichen, nicht auf einzelne

Digitized by Google

Oertlichkeiten, auf gewisse Gebirge beschränkt; sämmtliche Erdtheile, die neue, wie die alte Welt, haben genau die nämlichen Erscheinungen aufzuweisen; Störungen kann die Lagerung erlitten haben — wir werden dieß später durch denkwürdige Beispiele kennen lernen — aber nie wird sie in umgekehrter Ordnung gefunden.

Diese Ueberzeugungen haben hohes wissenschaftliches Interesse, und sind zugleich in praktischer Hinsicht von größter Bedeutung. Sie gewähren dem Bergmann bei seinen Arbeiten die wesentlichsten Vortheile, das sicherste Anhalten. So wurden, um nur eines Beispieles zu gedenken, unermeßliche Summen im fruchtlosen Aufsuchen von Steinkohlen verschleudert, wo man die bestimmte Altersfolge neptunischer Ablagerungen mißkannte, oder unbeachtet ließ. Man grub an Stellen, wo die Arbeiten, bis zum Mittelpunkte der Erde fortgesezt, dem Zwecke nicht entsprochen haben würden.

Digitized by Google

Zwölfte Vorlesung.

Schichtung.

Tiefe Thal-Einschnitte, jähe Ufer mächtiger Ströme, Meeres-Küsten, in großartiger Weise betriebene Steinbrüche, sind sehr oft besonders günstige Stellen, um mit einem Phänomen, wie das, von welchem ich reden will, vertrauter zu werden. Bis zu beträchtlichen Höhen sieht man die Gesammt-Masse gewisser Fels-Gebilde auf das Regelvollste, mit einer Art geometrischer Genauigkeit, in räumliche Verhältnisse geschieden, in Lagen abgetheilt. So weit das Auge reicht, folgen die einzelnen Lagen, die „Schichten" auf einander mit demselben Parallelismus; sie nehmen über einander ihre Stelle ein, wie die Blätter eines Buches; die unterste läßt, der obersten verglichen, durchaus gleichere Beziehungen wahrnehmen. Häufig entstehen, durch die Stellung der Schichten, durch Verschiedenartiges und Sonderbares ihres Baues, die überraschendsten Scenen im Physiognomischen des Charakters einer Gegend; auch fehlt es in gewissen Ländern nicht an Sagen aus sehr alter Zeit abstammend, welche die seltsamen regelvollen Massen zu kunstreichen Werken der Giganten machen. Und mit dieser eigenthümlichen Struktur, mit dem auffallend Regelmäßigen der Schichten-Abtheilung, ist nicht selten das

Digitized by Google

Malerische, Wilde, Zerrissene, das gewaltsam Gestörte mächtiger Bergtheile verbunden.

Unterhalb des letzten der Fälle des Geneßee-Flusses, südwärts vom Ontario-See, im nördlichen Amerika, erhebt sich, einem Kunstwerke gleich, und sehr regelvoll, eine Felswand über 450 Fuß. (Fig. 1 auf Taf. IX*.) Sandstein, Kalkstein und Schiefer, alle in Schichten getheilt, wechseln mit einander, und die verschiedene Färbung der Gesteine erhöht das Großartige des Eindruckes. Schlangen-Windungen folgend, nimmt der Fluß, in schauerlicher Tiefe, seinen Lauf zwischen den Felsmassen.

Schichten, Straten**, sind Niederschläge, Absätze, aus, mehr oder weniger allgemein verbreiteten, Wassern. Diese Verhältnisse werden im Kleinen genau so gefunden, wie im Großen. Selbst bloße Handstücke mancher Felsarten lassen die einzelnen Lagen deutlich erkennen; betrachtet man dieselben als Schichten, als Absätze, die allmälig aus Wassern niedersanken, so gibt dieß schon eine ziemlich klare Vorstellung von unserm Phänomen. — Wellen-förmige Bewegungen des Flüssigen, woraus die Schichten abgesetzt worden, sind, besonders bei gewissen Sandsteinen, an Streifen zu erkennen; Streifen, welche, nicht selten in kurzen Entfernungen, ihre Richtung ändern, so daß sie Bogen und Krümmungen machen, der Oberfläche eines bald hier, bald dort höher erhobenen Wassers folgend. Man bezeichnet sie als Anschwemmungs-Streifen. Andere Erscheinungen, die wir nicht unbeachtet lassen dürfen, sind die, auf der Schichten-Oberfläche gewisser Gesteine wahrnehmbaren, Furchen. Solche Wellenähnliche und gestreifte Figuren lassen sich, was Gestalt und Ursprung betrifft, den Formen vergleichen, welche der Meeressand an flachen Küsten bei der Ebbe zeigt. Man hat sie der

* Nach Wadwort's Zeichnung.

** Vom Lateinischen *Stratum*, eine einzelne Lage bezeichnend.

Digitized by Google

schwingenden Bewegung der untern Wasserschichte zuzuschreiben, wenn dieselbe von Strömungen, oder vom Winde, hin und her getrieben wird, wodurch ein Niederschlag, der sich zum Boden senkt, oder aufgestört wird, in Reihen abgesetzt erscheint, welche den Zwischenräumen der nächsten Schwingungs-Bogen entsprechen. Es ist nicht anzunehmen, daß solche Bewegungen bis zu beträchtlicher Tiefe anhalten; darum dürften streifige Furchen darauf hindeuten, daß Schichten, welche sie aufzuweisen haben, an flachen Küsten gebildet wurden.

Je nachdem Schichten allmälig entstanden, nahmen sie, von einander getrennt, über einander ihre Stellen ein. Niederschlag und Erhärten fanden nicht gleichzeitig statt; in jeder Schichte erkennen wir gewissermaßen eine, in sich abgeschlossene, Periode der Bildungs-Zeit größerer Gebirgs-Massen. Hätten die Absätze ohne Unterbrechung statt gefunden, wären nicht hemmende Ereignisse eingetreten, so würden Erdrinden-Stücke, aus Niederschlägen, wie die erwähnten, bestehend, ein Gleichmäßiges, ein Ganzes zeigen, was keineswegs der Fall ist.

Höchst denkwürdige geologische Thatsachen, von denen ich hier am passendsten zu reden glaube, sind die Fährten, die Spuren von Thier-Füßen, von Tatzen, auf den Schichtungs-Flächen gewisser Gesteine. — Wenn Thiere, zur Ebbe-Zeit, über den Schlamm der Meeresküste gehen, so hinterlassen sie Eindrücke ihrer Tritte. Nach dem, was so eben von der Entstehungs-Art der Schichten gesagt worden, von deren periodischer Bildung, kann es für Sie keineswegs befremdend seyn, daß, in so fern die Erde zur Zeit des Schichten-Absatzes bereits von Thieren bewohnt gewesen, man ähnliche Spuren auf der Außenfläche von Schichten zu erwarten habe, die ursprünglich weich, sandig, schlammig gewesen. Und in der That wurden, vor beinahe vierundzwanzig Jahren schon, Fährten, Merkmale des Weges, den Thiere genommen, beobachtet. Die Eindrücke sind, in einzelnen Fällen, besonders

Digitized by Google

tief, scharf und deutlich, wie solche nur immerhin in frisch gefallenem Schnee sich zeigen. Man sieht die Formen auf einer und der nämlichen Schichten-Außenfläche sich gleichbleiben bei jedem „Fährten-Zuge"; sie folgen einander in gewisser Ordnung, in ebenmäßigen Abständen und ohne Unterbrechung; Fährten größerer und kleinerer Thiere sind zu unterscheiden, rechte und linke Füße wechseln; an einem Orte kreuzen sich die Spuren verschiedener Thiere in ihrem Gange, oder es erscheinen die Fährten, auf beschränktem Raume, in so außerordentlicher Menge, und unter Umständen, welche beweisen, daß die Thiere hier in großer Zahl und ungestört beisammen lebten. Ebenso sind, an den hinterlassenen Spuren, Merkmale des Aufstreifens, ehe die Füße festen Stand faßten, oft nicht zu verkennen; auch überzeugt man sich davon, daß die Bewegung im Schritte geschah, und daß die Thiere häufiger aufwärts gingen; bei Tritten, die abwärts, oder in schräger Richtung statt gefunden, erscheint die Gestein-Masse nach unten zu geschoben. — Auf Schichten, welche Eindrücke enthalten, ruhen nicht selten andere, später entstandene, mehr oder weniger mächtige, Ablagerungen, so daß jene Phänomene hier der Oberfläche des Bodens näher, dort weiter unterhalb derselben zu sehen sind. In der Süd-Schottländischen Grafschaft *Dumfries*, wo man die Thatsache, welche uns beschäftigt, bei *Cornockle-Muir* unfern *Lochmaben*, mit am Frühesten wahrgenommen, beträgt die Tiefe 60 bis 70 Fuß, in den Heßberger Steinbrüchen, am Gehänge des Thüringer Wald-Gebirges — woselbst das Phänomen in neuester Zeit von Sickler, einem achtbaren Naturforscher zu Hildburghausen, beobachtet worden — findet man ungemein häufig, und im Allgemeinen sehr deutlich, Fuß-Spuren in 15 bis 18 Fuß Tiefe. Das Gestein ist, in beiden Fällen, bunter Sandstein. Bei Göttingen entdeckte man, im verflossenen Jahre, auf Kalktuff-Flächen Thier-Fährten

Digitized by Google

in wenigen Fuß Tiefe unter der Oberfläche. — Theils liegen die Schichten, welche Fährten aufzuweisen haben, vollkommen wagerecht, theils neigen sich dieselben unter größern oder kleinern Winkeln. Hier und da wurden die Fuß-Spuren, durch später eingespühlten Sand, wieder ganz oder theilweise ausgefüllt und unkenntlich. Hinterließen Thiere ihre Tritte in thonigen Lagen, über denen später Sand-Schichten abgesetzt wurden, so modelte sich die weiche sandige Masse nach jenen Eindrücken, und statt der Vertiefungen, wie wir sie an obern, dem Tage zugewendeten, Schichten-Flächen sehen, erscheinen, in diesem Falle, an den untern Gestein-Flächen Erhabenheiten, Reliefs, Abgüsse der Eindrücke.

Nun hätte ich die Frage zu beantworten: welche Thiere es gewesen, von denen die Fährten herrühren? — Was die Spuren im rothen Sandstein der Grafschaft *Dumfries* betrifft, so wurden sie als von Schildkröten abstammend erkannt. In einem Lusthause hat man, um eine Wand damit zu zieren, einen Sandstein-Block aufgestellt, der vierundzwanzig einfache Spuren enthält, d. h. sechs von jedem Fuße. Die Eindrücke im Kalktuffe bei Göttingen sind unbezweifelt auf Hirsche zu beziehen. Vorkommnisse, wie diese, stimmen mit dem Alter der erwähnten Gesteine, mit den Erfahrungen Petrefakten-Kundiger überein. Buckland — Lehrer der Geologie an der Hochschule zu Oxford, — erhielt bei Versuchen mit lebenden Schildkröten, welche er auf Sand gehen ließ, Eindrücke vollkommen ähnlich jenen, die von ihm als Fährten solcher Thiere in Sandstein bestimmt worden. Die Spuren im Kalktuff sind, wie Hausmann berichtet, in nichts verschieden von denen der heutigen Tages um Göttingen lebenden Hirscharten. An den Ufern des Connecticut, in Massachusetts, hat, vor kurzer Zeit, Hitchcock — ein Amerikanischer Geolog — deutliche Eindrücke und Reliefs von Vögel-Füßen im rothen Sandstein entdeckt. Stellenweise, zumal da, wo das Gestein

Digitized by Google

Schiefer-Gefüge zeigt, sind die Spuren, welche meist von Sumpf-Vögeln herzurühren scheinen, sehr gehäuft und die Erscheinung so, als „wenn ein Gänse-Schwarm auf schlammigem Ufer von See'n oder Teichen, sich herumtreibt." Spuren beider Füße können wohl unterschieden werden. Ebenso sieht man, daß die Thiere, welche sie hinterließen, in bestimmten Richtungen gingen. Einzelne Fährten messen sechszehn Zoll Länge und selbst die Krallen lassen sich erkennen. (Fig. 2 auf Taf. X.) In andern Fällen aber haben die Eindrücke, oder die Reliefs, nur größere oder geringere Aehnlichkeit mit Thier-Füßen; sie sind nicht deutlich, nicht scharf genug, um genaue und sichere Bestimmung zuzulassen. Einen Beweis geben die getheilten Ansichten der Zoologen über jene Reliefs, die neuerdings bei Hildburghausen aufgefunden worden. Man glaubte an den Fuß-Spuren nach und nach zehn Thierarten zu erkennen; nicht alle gestatteten nähere Prüfung. Die größten (Fig. 1 auf Taf. X)* galten einigen Beobachtern für Fährten urweltlicher Affen, Andere redeten von Beutelthieren, von großen, ausgestorbenen Schildkröten, oder von Eidechsen-artigen Geschöpfen (Sauriern). Man unterscheidet bei diesen Spuren Vorder- und Hinterfüße; jene haben ungefähr sechs Zoll Länge, diese messen kaum die Hälfte. Nach den neuesten Verständigungen sachkundiger Gelehrten, erscheint die erste unter den oben angeführten Meinungen als die allein haltbare, d. h. die fraglichen Hildburghauser Fährten stimmen zunächst mit denen von Affen überein. Für diesen Ausspruch wird namentlich der Umstand geltend gemacht, daß die vier Füße in Form

* Die vier zunächst beisammen befindlichen Fährten (Fig. 1) geben den Stand des Thieres in der Ruhe an; die vier linken Spuren, jenen beim Gehen. Die stärkere Linie soll die Richtung des Thieres andeuten; die schrägen schwächern Linien zeigen, wo die stehenden linken Füße beim Gehen hinkommen. In Fig. 2 bezeichnet die Linie dasselbe, was die stärkere in Fig. 1 andeutet.

Digitized by Google

von Händen mit entgegensetzbaren Daumen gestaltet sind. Besonders wenn Thiere abwärts gingen und ausglitten, können, durch Unvollkommenheit der Fährten, Zweifel erregt und Täuschungen hervorgerufen werden. Manche auf Sandstein-Bänken, auf Thon- und Kalk-Schichten vorhandene, und für Thier-Fährten angesehene, Erscheinungen dürften nichts seyn, als Concretionen, Zusammenballungen gewisser Theile des Gesteines, Zusammenziehungen, die beim Festwerden der einst breyigen Masse statt hatten. Tropfstein- und Wulst-förmige Gebilde, Knoten- und Knäueln-ähnliche Gestalten auf den untern Flächen gewisser Sandstein-Schichten gehören hierher. Sie haben vielartige Täuschungen veranlaßt, obwohl dieselben, wie wir später hören werden, meist durch Auswitterung sogenannter „Thongallen", der rundlichen Nieren sandigen Thones, welche Sandsteine häufig enthalten, leicht erklärbar sind. Es verhält sich damit, wie mit den Leisten-ähnlichen Hervorragungen, die gleichfalls an untern Flächen mancher Sandstein-Schichten zu finden sind, und welche man auf Vegetabilien zurückführen wollte. Beim ersten flüchtigen Blick haben solche, Netzen-gleiche, Geflechte einige Aehnlichkeit mit Pflanzen-Gewinden; allein genauere Untersuchungen ergaben, daß sie keineswegs von Gewächsen abstammen können. Mit Sandstein-Bänken wechseln, wie ich schon zu mehreren Malen bemerkte, nicht selten thonige Lagen. Trockneten diese früher aus, als der sie nun bedeckende Sandstein darüber verbreitet wurde, so sprangen die Thon-Massen, nach den verschiedensten Richtungen; in Risse und Spalten drang sandiger Schlamm ein, und so formten sich die vermeintlichen Pflanzen-Gewinde. — Indessen würde es vorschnell seyn, über solche Phänomene, ohne sorgsame Untersuchung an Ort und Stelle, entscheidend absprechen zu wollen. Was jedoch als höchst zweifelhaft und unwahrscheinlich zu erachten, das ist das angebliche Vorhandenseyn der Spuren von Menschen-Füßen, die man auf gewissen Schichten-

Digitized by Google

Oberflächen wahrgenommen haben will. Ich rede nicht von der Fußspur, die der zögernde Adam hinterlassen haben soll, als er aus dem Paradiese vertrieben wurde. Da indessen die Sache für Manche unter Ihnen den Reitz der Neuheit haben dürfte, so will ich beifügen, daß an den „Adams-Pik", den erhabensten Berg auf der Insel Ceylon, sich Sagen knüpfen, welche die Gegend als das alte Paradies bezeichnen. Wie erzählt wird, hat gewisse Aehnlichkeit jenes Eindruckes mit dem Fuße eines Mannes statt; nur ist die Spur eine sehr gigantische. Unmittelbar nach des Aeltervaters Abzug, soll die Insel durchs Meer vom Continent getrennt worden seyn. Seit jener Zeit gilt die Stelle den Eingebornen als Sitz böser Geister, und heutigen Tages noch erzählen sie von Donner-ähnlichem Getöse, das zu gewissen Zeiten im Berg-Innern hörbar wäre, und beklagen den dahin geschwundenen Ruhm ihres Edens. Die vermeinte Fuß-Spur findet sich übrigens in Granit auf dem höchsten Gipfel des Berges; in der Nähe wohnt ein Priester in einer kleinen Hütte, welcher die Opfer Glaubiger empfängt, namentlich die Gaben frommer Pilger. — Wenn es sich um Menschen-Spuren handelt, so dürfen wir nicht unterlassen, das Alter der Gesteine zu bedenken, denen solche Phänomene zugeschrieben werden, und mit dem muthmaßlichen ersten Auftreten der Menschen vergleichen. (Ich muß Sie hier auf dasjenige verweisen, was in einer der nächsten Vorlesungen, welche von der Erdrinde-Bildung handelt, in dieser Beziehung entwickelt werden wird.) So erzählt man unter andern von Eindrücken menschlicher Füße, die in Nord-Amerika, am Ufer des Mississippi und im Gebiete von Missuri, in Gesteinen kalkiger Natur vorkommen. Wie erzählt wird, rühren die Eindrücke theils von einem ruhig stehenden Menschen her, der, nach Form und ausgebreiteter Stellung der Zehen zu urtheilen, sich nie ans Tragen einer Fuß-Bekleidung gewöhnt haben dürfte, theils sind an den Eindrücken Merkmale wahrzunehmen,

Digitized by Google

daß die Füße auf Indische Weise bekleidet gewesen. Allerdings erwähnen die Bericht-Erstatter ausdrücklich: es seyen jene Spuren so vollkommen, daß auch nicht der geringste Muskel-Eindruck vermißt werde; aber gerade dieser Umstand verdächtigt die Sache, und es scheint glaubhaft, daß die befragten Fuß-Spuren von Menschen-Händen gefertigt, daß sie in Stein gehauen oder eingegraben sind. Was ferner, in diesem und in andern Fällen, den größten Zweifel erregen muß, das ist, daß solche Erscheinungen bis jezt nur ganz vereinzelt vorgekommen; die Spur der Gehenden läßt sich nicht weiter verfolgen. Auch im Bentheimer Sandstein-Gebirge in Westphalen dürfte ein solches Verhältniß statt finden; hier will man nämlich, neben Hunderten von Fährten, welche für jene von Kühen und Pferden ausgegeben werden, auch Eindrücke von Menschen-Füßen gefunden haben.

Daß die Thatsache, deren Betrachtung uns beschäftigt, bis daher nicht öfter wahrgenommen worden, kann übrigens keineswegs befremden. Abgesehen davon, daß die Aufmerksamkeit der Naturforscher erst in neuern Zeiten jenem Phänomen mehr zugewendet worden; daß man es öfter finden wird, im Verhältnisse, als die Zahl der Beobachter und ihre Thätigkeit sich vermehrt; dürfen wir nicht übersehen, daß die Außenfläche von Gestein-Schichten keineswegs immer frei und kahl zu Tag liegt, sondern sehr gewöhnlich von Dammerde überlagert, angebaut, mit Pflanzen bewachsen, und so dem Blicke entzogen ist, bis Steinbruch- oder andere Arbeiten solche entblößen und vorhandene Fährten aufdecken. Ferner sind es, wie Sie wissen, nicht stets die obersten Lagen, an denen jene Spuren wahrzunehmen, und in andern Fällen ist sehr wohl möglich, daß, durch Einfluß von Luft und Wasser, oder durch andere zerstörende Gewalten, vorhandene Fährten vernichtet, weggespühlt worden. So wird von dem vorhin erwähnten Sandstein am Connecticut ausdrücklich gesagt: die

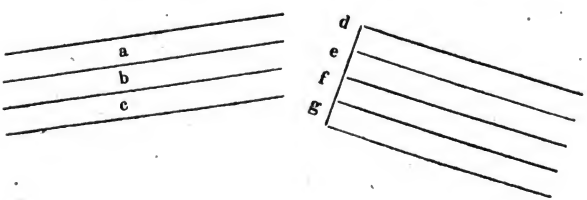
Digitized by Google

Spuren der Vogel-Füße fehlten überall, wo die Felsart längere Jahre der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzt gewesen.

Bei manchen Gesteinen, so u. a. bei vielen Thonschiefern, ist die Schichtung deutlich und bestimmt ausgesprochen. Schon in gewisser Entfernung läßt sich das lagenweise Getheiltseyn der Felsmassen erkennen. In andern Fällen ist die Schichtung nur angedeutet, wie namentlich bei vielen Kreide-Gebilden, wo die, in parallelen Lagen von gleichweiten Abständen, vorhandenen Feuerstein-Nieren und Knollen gewissermaßen die Schichtung vertreten.

Wir haben uns mit dem Verhältnisse der Schichten und mit den sie bezeichnenden Kunst-Ausdrücken bekannt zu machen. Es sind dieß Worte und Begriffe, welche sehr bestimmt aufgefaßt werden müssen, ehe ich weiter gehen darf.

Die Schicht b ruht auf der Schicht c und wird von einer andern Schicht a bedeckt; im Vergleiche zur Schicht b nennt man a ihr Hangendes und c ihr Liegendes.



Das Liegende c muß früher entstanden seyn, als die, über demselben ihre Stelle einnehmende, Schicht b; am spätesten wurde das Hangende a abgesetzt. — Die „zu Tag ausgehenden", das heißt die frei liegenden, unbedeckten, Enden von Schichten nennt man ihre Köpfe. Solche Schichten-Köpfe sind d, e, f, g. — Wirken Luft und Wasser auf vorstehende

Digitized by Google

Schichten-Köpfe zerstörend ein, so treten höhere Schichten nach und nach gegen die unterliegenden etwas zurück; es werden Fels-Wände mitunter zu Treppen-ähnlichen Abdachungen, selbst ganze Berg-Gehänge erscheinen Terassen-artig durch Schichten, deren Köpfe in langen wagerechten Strecken an der Oberfläche erscheinen, „zu Tag ausgehen", und durch steile, mehr oder weniger begraste, Schutthalden von einander getrennt sind; Schutthalden, welche seit Jahrhunderten durch das Zerbröckeln der Gesteine, durch das Hinabschwemmen von Regenströmen entstanden.

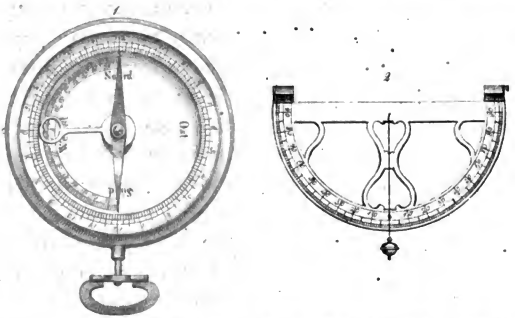
Die Dicke der Schichten — ihre Mächtigkeit, in der Sprache von Geologen und Bergleuten — ist höchst verschieden. Gewisse Schichten haben nur sehr geringe Mächtigkeit, andere messen mehrere Fuß. Auch sehen wir Schichten eines und des nämlichen Gesteines in ihrer Dicke wechseln; sie nehmen an Mächtigkeit ab und zu. Besonders mächtige Schichten pflegt man Bänke zu nennen; in diesem Sinne wird von Kalkstein- und von Sandstein-Bänken geredet.

Andere wichtige Beziehungen der Schichten, mit denen Sie nicht unbekannt bleiben dürfen, sind ihr Streichen und ihr Fallen. Unter Streichen versteht man die Längen-Ausdehnung derselben, ihr Erstrecktseyn nach irgend einer Himmels-Gegend; das Fallen bezeichnet die Neigung der Schichten gegen den Horizont, den Winkel, welchen sie mit einer wassergleichen Ebene machen. Die Linien des Streichens und Fallens schneiden sich immer unter rechtem Winkel; eine Schicht, welche aus Osten nach Westen streicht, wird gegen Norden oder gegen Süden fallen; sie müßte denn vollkommen wagerecht liegen.

Zur Bestimmung von Streichen und Fallen der Schichten dienen Compaß und Gradbogen, Geräthschaften, deren eigenthümliche Einrichtung ich zu erklären habe.

Digitized by Google

Der Compaß, die Boussole der Geologen (Fig. 1), ist von



allen gleichnamigen Geräthschaften, welche man gebraucht, um die Lage eines Ortes gegen die Mittags-Linie zu erforschen, darin verschieden, daß er nicht in Grade, sondern in Stunden abgetheilt wird. In der Regel theilt man den Ring des Berg-Compasses (Stunden-Ring) in zwei gleiche Hälften, und zählt zwölf Stunden von der Rechten zur Linken, oder von Norden nach Süden; eben dieß findet von Süden nach Norden statt. Jede Stunde, gleich 15 Graden, ist wieder in acht Theile geschieden. Gewöhnlich hat ein solcher Compaß die Form einer Taschenuhr.

Der Gradbogen, zur Bestimmung des Fallens von Schichten dienend (Fig. 2), besteht aus einem Halbkreise von Messing, in zweimal 90 Grade getheilt; an beiden Enden ist 90 verzeichnet, und in der Mitte Null. Ein Bleiloth, am Mittelpunkte befestigt, gibt die Winkel an. — Meist wendet man solche Compasse an, auf welchen zugleich ein kleiner Gradbogen angebracht worden (wie dieß bei Fig. 1 der Fall).

Ueber den Gebrauch dieser Instrumente will ich noch Folgendes beifügen. Zur Bestimmung des Streichens muß der Beobachter den Compaß so halten, daß die Nordlinie desselben der

Digitized by Google

angenommenen Streichungs-Linie parallel ist, der Nordpunkt am entferntesten, der Südpunkt am nächsten; nun läßt man die Nadel einspielen, und sie gibt sodann die wahre Streichungs-Linie nach Stunden und Achteln an. Bei Bestimmung des Fallens der Schichten dient zur Regel, daß man den Grabbogen, damit Täuschungen durch örtliche Biegungen der Lagen vermieden werden, der Schichten-Fläche nicht zu nahe bringe; der Ueberblick aus einiger Entfernung sichert gegen mögliche Irrungen. — Bei weitem nicht alle Schichten erscheinen in regelrechter gegenseitiger Anordnung; die Mächtigkeit ist oft sehr ungleich, ihre Oberfläche uneben und rauh, ferner zeigen sich dieselben, wie wir sogleich hören werden, mannigfaltig gewunden und gekrümmt; darum sind Beobachtungen über Streichen und Fallen keineswegs immer leicht, und nur durch besondere Aufmerksamkeit kann man Irrthümer vermeiden.

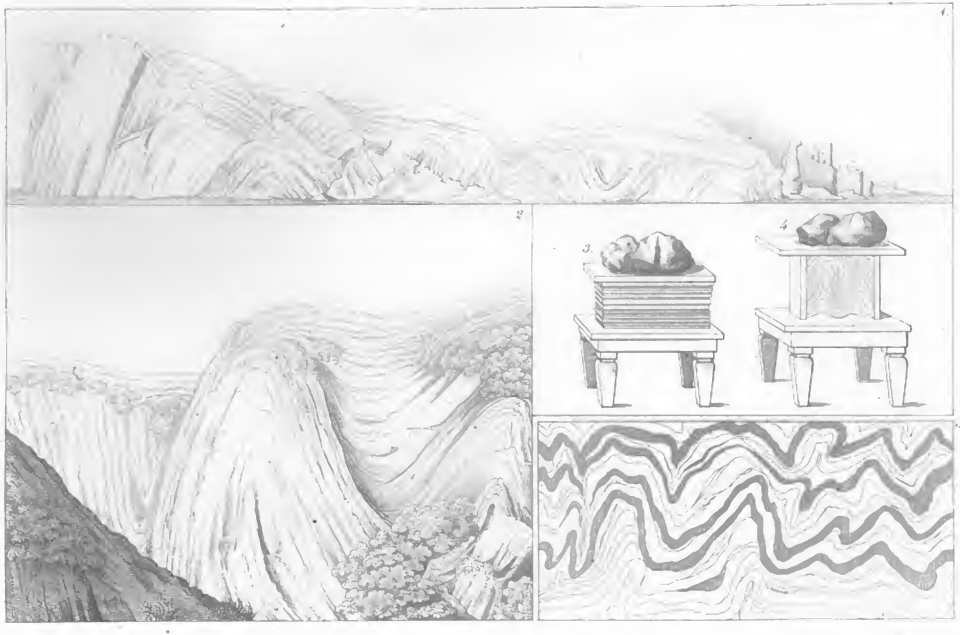
Viele Schichten liegen beinahe horizontal, wassergleich. Eine solche, fast wagerechte, Schichtung zeigen die, Fig. 1 auf Taf. IX dargestellten, im Wechsel mit einander auftretenden, Kalk-, Sandstein- und Schiefer-Gebilden am Geneßee-Flusse. Ihre Lage dürfte, seit sie abgesetzt worden, keine Aenderung erfahren haben. Andere Schichten sind weniger und mehr geneigt, oder es stehen dieselben senkrecht. Besonders auffallend läßt sich dieß an gewissen Kreide-Lagen der Küste von Dorsetshire wahrnehmen. (Taf. XI *.) Schichten, welche vom Wagerechten einigermaßen bedeutend abweichen, zumal die dem Senkrechten nahe kommenden, wurden nicht so gebildet, sondern später emporgehoben. Diese Meinung ist keineswegs neu; sie hat, bereits vor anderthalb Jahrhunderten, ihre Anhänger und Vertheidiger gefunden. Die Natur gewisser senkrecht geschichteter Felsmassen, das Material, woraus

* Zeichnung von Englefield und Webster.

Digitized by Google

Digitized by Google

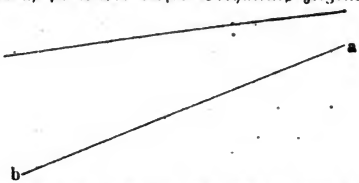
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

sie bestehen, entfernt jeden Gedanken, daß dieselben, in solcher Stellung, gebildet seyn könnten. Namentlich gilt das von senkrechten Schichten losen Sandes, von Thon-Schichten und von Kreide-Bänken. Nur wenn wir eine, dem Wagerechten mehr nahe kommende, ursprüngliche Ablagerung der Schichten annehmen, ist die sich gleichbleibende Mächtigkeit derselben erklärbar; und gerade auf dieser Eigenschaft beruht mit das Bezeichnende der Schichten. Wäre der Absatz, aus welchem eine Schicht entstand, auf geneigter Oberfläche a b erfolgt, so müßte, allen bekannten Erfahrungen gemäß, die Schicht gegen die Tiefe hin mächtiger werden, sie würde dieses Verhältniß zeigen.



Man hat, um die mögliche Entstehung mehr oder weniger geneigter Schichten, so wie der gewundenen, zu erklären, auf Niederschläge in Röhren hingewiesen, in denen Mineral-Wasser geleitet werden; die Sinter-Absätze erfolgen hier, wie bekannt, nicht bloß auf dem Boden, das Innere der Röhren zeigt sich vielmehr nach allen Seiten überrindet. Allein leicht ist es einzusehen, daß solche Verhältnisse mit den Hergängen bei Schichten-Ablagerungen nicht wohl verglichen werden können. — Kein Beispiel dürfte augenfälliger seyn, um zu beweisen, daß stark geneigte, senkrechte Schichten nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage sind, als die der Kreide am *Handfast-Point* in der *Swanwich*-Bucht in Dorsetshire (Taf. XI). Nur bei besonders günstigem Wetter gelingt die Landung an der Stelle, wo die Kreide-Felsen von den Wogen ausgehöhlt worden. Man hat fast immer mit

Digitized by Google

sehr heftigen Brandungen zu kämpfen, und muß sich meist darauf beschränken, im Bote, vom Meere aus, das Phänomen zu bewundern, d. h. Kreide-Schichten in so ungewöhnlicher Stellung. In jenem Umstande dürfte der Grund zu suchen seyn, daß die Thatsache lange unbekannt geblieben; denn ehe es dem Englischen Geologen Webster gelang, das Ufer genauer zu untersuchen, wußte man nichts von diesen vollkommen senkrechten Kreide-Schichten und von darauf ruhenden gebogenen Lagen der nämlichen Felsart. — Wie Ihnen aus dem Vorhergehenden erinnerlich, so läßt die Kreide nicht immer regelrechte und andauernde Schichtung wahrnehmen; wo indessen Schichten vorhanden sind, und seit ihrem Absetzen aus Meeres-Wasser keine Störung erfuhren, da zeigen sich dieselben wagerecht, oder dem Wagerechten nahe. Auch bei der Kreide, welche das Vorgebirge *Handfast Point* zusammensetzt, hat letzteres Verhältniß stellenweise statt. In der Runde um den gehobenen Theil des Felsen fallen die Gestein-Lagen nur sehr wenig, und überall gleichmäßig gegen Nordwesten. Der Kreide verblieb ihr gewohntes, einem Jeden bekanntes Wesen; sie erscheint weiß, weich, und die Feuerstein-Nieren erlitten keine Aenderung. Anders verhalten sich die senkrecht emporgerichteten, die gebogenen Lagen der Gebirgsart. Die Kreidemasse ist so hart geworden, daß sie mit dem Fingernagel nicht geritzt werden kann. Die vertikalen Schichten zumal lassen mannigfaltige Erscheinungen wahrnehmen. Einzelne Theile sind dichter, auch dunkler von Farbe, wie die übrigen; das Ganze hat oft das Ansehen einer Breccie, eines Trümmer-Gebildes: mehr und weniger abgerundete Bruchstücke veränderter Kreide liegen eingehüllt in etwas weicherer Kreide, sie werden davon zusammengehalten, wie von einem Bindemittel. Die Lagen der Feuerstein-Nieren haben gleichfalls eine senkrechte Stellung angenommen, und zugleich büßten die

einzelnen Nieren und Knollen ihre Ganzheit ein, sie sind zerbrochen, zertrümmert, zersplittert, und die Zwischenräume der Fragmente mit Kreide-Substanz erfüllt. Diese Phänomene abgerechnet, so wie die eigenthümliche Stellung der Schichten, sieht man keine Merkmale erlittener Störung; die Kreide-Lagen blieben unzerrissen und so regelmäßig, wie vordem. Es erklärt sich das durch den noch weichen Zustand der Kreide zur Zeit der Hebung; die Feuerstein-Einschlüsse mußten bereits mehr Sprödigkeit erlangt haben. — In einiger Entfernung von den gebogenen Lagen treten wagerechte Kreide-Schichten von gänzlich unveränderter Beschaffenheit auf.

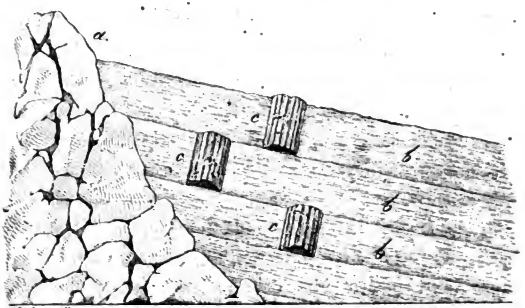
Webster gedenkt noch einer andern, nicht weniger merkwürdigen, Thatsache. Sie findet sich an der *Whitecliff*-Bucht auf der Insel *Wight*. Hier bilden Thonschichten längs der Meeresküste Reihen von Vorgebirgen, die durch tiefe Schluchten von einander geschieden sind. Die Thonschichten haben zum Theil nur zwei Zoll Mächtigkeit, und ähneln, da wo sie in horizontalen Lagen die Kreide begrenzen, durchaus jenen Thon-Gebilden, welche die Fluth noch täglich absetzt. Aber stellenweise erscheinen sie auch, wie die Kreide-Schichten am Vorgebirge *Handfast Point*, senkrecht emporgehoben. Andere Thonlagen lassen seltsame Krümmungen und Biegungen wahrnehmen; es hat das Aussehen, als wären sie übereinander hingeschoben und gewunden worden; sie gleichen den Blättern eines Buches, die man, während das Buch aufrecht stand, gewaltsam hineinpreßte. Mit solchen gebogenen und senkrecht emporgehobenen Thonschichten, deren Masse mitunter roth gefärbt ist und sehr ungleiche Härte-Grade zeigt, wechseln Sandlagen.

An Erfahrungen dieser Art reihen sich noch andere Beweise für stattgehabte Aufrichtungen von Schichten.

Viele Steinkohlen-Ablagerungen haben, wie Sie demnächst

Digitized by Google

hören sollen, ganze mächtige Baumstämme aufzuweisen, die von Kohlen-Lagen und von den, damit wechselnden, sandigen und thonigen Schichten umschlossen, aufrecht stehen, so daß wir annehmen können, es befinden sich dieselben noch an Ort und Stelle, wo sie wuchsen. Thatsachen der Art findet man auch bei *la Palisse* im ehemaligen Bourbonnais, zwischen Paris und Lyon. In der Mitte des geräumigen Beckens liegen die Schichten ungefähr horizontal; aber da, wo das Steinkohlen-Gebilde von granitischen Massen (a) begrenzt wird, erscheinen — nach Fournets Beobachtungen — jene Schichten (b, b, b) gehoben und der Stamm eines Baumes, der, höher aufwärts senkrecht steht, in drei Theile (c, c, c) zerbrochen, welche Theile ebenso fallen, wie die Schichten.



Wir können dieß nur als Folge der Schichten-Aufrichtung ansehen, die stattgefunden, wie der Granit emporstieg.

Gewisse sandige Gebilde, welche wir später als Grauwacke-Schiefer näher kennen lernen werden, neigen sich nicht selten sehr stark, so daß ihr Fall-Winkel 60 bis 70 Grade beträgt, und dabei sind sie mitunter voll von versteinerten Muscheln. Beispiele findet man unter andern in den Felsmassen, zwischen welchen der Weg auf die Höhe der Feste Ehrenbreitstein führt. Es ist

Digitized by Google

nicht wohl denkbar, daß auf geneigten Flächen, wie diese, Muscheln in solcher Menge liegen bleiben konnten; die Schichten mußten, bei ihrem Entstehen, wenn auch nicht wagerecht, dennoch um Vieles weniger geneigt gewesen seyn.

Emporhebungen, Aufrichtungen der Schichten erklärt man, wie Ihnen dieß in einer der nächsten Vorlesungen entwickelt werden soll, durch Einwirken plutonischer oder vulkanischer, den Erdtiefen entstiegener, Massen. Sie müssen die Schichten, wie deren seltsame Windungen und Biegungen ergeben, zum Theil noch im Weichheits-Zustande getroffen haben; in andern Fällen ist es denkbar, daß heiße Dämpfe, welche mit jenen plutonischen oder vulkanischen Gebilden emporbrangen, bereits erhärtete Schichten in gewissen Graden wieder erweichten. — Es sind dieß keineswegs bloß willkürliche, kühne Annahmen, sondern wohl begründete Thatsachen. Auch durch Experimente hat man solches zu erweisen sich bemüht, und namentlich ist es durch James Hall geschehen; seine Beobachtungen, seine Versuche sind für die befragten Verhältnisse geschichteter Massen vom höchsten Interesse; ihm gelang es, dem Verfahren der Natur sehr nahe zu kommen. Ehe ich Ihnen von jenen denkwürdigen Versuchen Rechenschaft gebe, muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß durch ganz Schottland hindurch, von einer Meeresküste zur andern, ein Gebirge zieht, welches vorherrschend aus Thonschiefer besteht. Im Innern des Landes erscheinen die Verhältnisse der Schichten, was Neigung und Erstreckung, ihr „Fallen und Streichen", betrifft, höchst regellos. Meist zeigen sich die Schichten senkrecht, oder doch sehr jähe; oft fallen sie nach entgegengesetzten Richtungen, so daß der wandernde Geolog keine deutliche Vorstellung von der Lagerungs-Art des Gesteins erlangen kann. Anders verhält es sich am Meeres-Ufer; hier ist Alles entblößt; großartige, Wellen-förmige Biegungen der Schichten-Massen treten

Digitized by Google

hervor. Auf einer Reise in seinen heimathlichen Gegenden, beobachtete James Hall — ein durch seltnen Scharfsinn, und durch glücklich ersonnene Versuche bekannter Chemiker — an den steilen, bei 300 Englische Fuß erhabenen, Küsten-Klippen von *Fast-Castle*, ostwärts nach *Gun's-Green* unfern *Eyemouth*, auf einer Strecke von beinahe sechs Englischen Meilen, sechszehn verschiedene deutlich Wellen-artige, Biegungen des Thonschiefers (Fig. 1 und 2 auf Taf. XII). Einige derselben hängen zusammen, andere sind getrennt, durch Einbuchtungen des Meeres, oder durch plutonische Massen, welche zwischen dem Thonschiefer auftreten. Dieser Trennungen ungeachtet, ist das wechselnde Steigen und Fallen der „Schiefer-Wellen" nicht zu verkennen; man sieht, daß sie einst zusammen gehangen haben, daß dieselben Aenderungen in ihrer Lage erlitten. Hall erkannte sogleich in den Aufrichtungen, in den Biegungen, das Einwirken mechanischer Gewalten; er ahnte, das Phänomen sey durch mechanische Kräfte bedingt worden, welche aus der Tiefe nach oben thätig gewesen wären. Bemüht, durch einen Versuch die eigenthümliche Schichten-Gestaltung nachzuahmen, wählte er Material, wie solches der Zufall ihm auf der Reise darbot. Mehrere Tuch-Stücke, einige leinene, andere wollene, ließ Hall auf einem Tisch ausbreiten. Jedes einzelne Stück stellte eine besondere Schichte dar; das Ganze wurde mit einer ausgehobenen Stubenthüre bedeckt, und diese mit beträchtlichen Gewichten belastet (Fig. 3 auf Taf. XII). Nun paßte man zwei Bretter an beiden Enden senkrecht an und trieb die Tuch-Lagen mit, in horizontaler Richtung geführten, Hammerschlägen gegen einander; so wurden deren Enden gegenseitig näher gebracht, die belastete Thüre allmälig emporgehoben, und die Tücher in auf- und abwärts gebogene Falten zusammengepreßt; sie zeigten sich den gewundenen Thonschiefer-Schichten überaus ähnlich (Fig. 4 auf Taf. XII). Später wurde das Experiment mit einer, besonders

dazu ersonnenen, Vorrichtung wiederholt; es fiel nun noch mehr befriedigend aus und war zugleich naturgemäßer. Hall schichtete verschieden gefärbte, noch biegsame Lagen von Thon über einander; die Seiten-Bretter ersetzen Eisen-Platten, welche gegen einander geschraubt werden konnten. Nun erhielt man gebogene, zum Theil auch verdrückte, Thonlagen (Fig. 5 auf Taf. XII), das getreueste Bild ähnlicher Verhältnisse in der Natur darstellend, und zugleich die, oben angedeutete Ursache derselben. — Das Einzige, was nicht nahe liegt, was nicht so leicht erklärbar scheint, ist das Wagerechte der, durch den Versuch bedingten, Kraft-Aeußerungen. In einer meiner nächsten Vorlesungen werde ich nicht unterlassen, Sie mit den Gründen bekannt zu machen, welche jene Richtung der wirkenden Kraft darthun, ohne behaupten zu wollen, daß mit den Versuchen, wie wir solche kennen gelernt, das ganze Räthsel als gelöst zu betrachten sey. Das so eben Abgehandelte mag als Einleitung zu dem weiter zu Entwickelnden dienen.

Indessen sind nicht immer da, wo man Schichten sieht, welche nach allen Himmels-Gegenden fallen, Hebungen anzunehmen; die veränderte Stellung derselben kann auch Folge stattgehabter Senkungen seyn. Höhlungen, leere Räume, welche in tiefern Erd-Regionen durch diese oder jene Ursachen entstanden, veranlaßten, daß wagerechte Schichten sich senkten, daß sie, vermöge ihrer Schwere, eine andere Lage annahmen. An jähen Ufern von Strömen, deren Wasser im Frühlinge heftig anschwellen, können Senkungen durch Unterwaschen, durch Wegspühlen, statt haben, oder wenigstens vorbereitet werden. Schichten am Meeres-Gestade, besonders die von vielen Klüften und Spalten durchzogenen, erleiden Ausspühlungen und stürzen, in Folge derselben, nach und nach zusammen. Ayton, in dem Bericht über

seine Fahrt längs der Küsten Britaniens, lehrte uns ungemein interessante Erscheinungen letzter Art kennen. Westwärts von *St. Gowans* in *Pembrokeshire* besteht das Ufer aus älterm Kalk. Wogendrang, Brandungen, die Gewalt der Schlagwellen, haben, im Verlauf langer Zeit, wahre Wunder von Fels-Gestalten, und im großartigsten Maßstabe, hervorgerufen. Das Verworrene, Zerrüttete, Zerbrochene und Zerrissene der Schichten, das wahrhaft Phantastische der Formen ist, so versichert unser Gewährsmann, kaum mit Worten zu schildern. Der isolirte Fels *Eligug-Stack* (Fig. 2, Taf. IX) gewährt namentlich den seltsamsten Anblick. Einer gewaltigen, mit Einschnitten versehenen, Säule gleich, steigt die Masse hoch empor; die Schichten neigen sich gegen das Meer, jeden Augenblick scheint Einsturz des Ganzen zu drohen. Zur Seite des *Eligug-Stack*, ein anderes Felsen-Haufwerk, merkwürdig durch vielartige Stellung seiner gebrochenen Schichten. Gewöhnliche Fluthen erheben sich 18 bis 20 Fuß über die Basis der Felsen; geht jedoch die See hoch, führen Winde dem Strande die Wogen gewaltsam zu, so erreichen diese nicht selten das Zweifache jener Höhe. Natur des Gesteins und Art der Schichtung begünstigen die zerstörenden Wirkungen des Meeres; so wurden die Lagen veranlaßt zu weichen und sich zu senken, so wurde, von zusammengebrochenen Schichten, der sonderbare Felsbogen gebildet, welchen unsere Tafel darstellt. — Wenn die Wanderzeit der Vögel herannaht, pflegen sie sich hier in großer Menge zu versammeln; sie streiten um den Besitz dieses Platzes.

Ich kann diese unsere Unterhaltung über Schichten und ihre Verhältnisse, nicht als geschlossen ansehen, ohne Ihnen von einer hoch wichtigen Beziehung Kenntniß gegeben zu haben: ich rede vom Parallelismus aufgerichteter Schichten. Aufgerichtete Schichten streichen, der erlittenen Störungen und

Verrückungen ungeachtet, in ziemlich gleicher Richtung; sie erstrecken sich, und oft auf sehr große Weiten, genau nach der nämlichen Himmels-Gegend. Erscheinungen der Art kann man, an gewissen Fels-Gebilden, aus der Mitte Deutschlands, über das Meer hin, bis ins Britische Fürstenthum Wales verfolgen. Ueberall zeigen sie sich den Blicken des Beobachters, wo jene ältern aufgerichteten Schichten nicht durch neuere Ablagerungen bedeckt werden, Ablagerungen, die an der Emporhebung keinen Antheil genommen. Es ist dieses wichtige Verhältniß, welches, wie wir später hören werden, verschiedene Gebirgsketten in der Regel am sichersten unterscheiden läßt; denn gewöhnlich wird die Richtung der Bergkämme, der Firsten, dadurch bestimmt. Seit früher Zeit sind Bergleute wohl vertraut mit der Bedeutung-vollen Beziehung. Das Beständige des Schichten-Streichens leitet sie bei ihren Untersuchungen; es sichert ihnen den glücklichen Erfolg unterirdischer Arbeiten. — Sie werden, als Beweise für das Gesagte, nicht ohne besondere Theilnahme einige Thatsachen aus der Geschichte des Steinkohlen-Bergbaues kennen lernen. Inmitten der flachen Gegenden von Französisch-Flandern, bei *Valenciennes* und *Aniche*, wurden, vor etwa einhundertundzwanzig Jahren, die reichen Steinkohlen-Lager aufgefunden, indem man dem Streichen der, bereits bekannten und bebauten, Kohlen-Schichten Belgiens folgte. Ein anderes Beispiel aus neuerer Zeit gewährt die Auffindung des *Monkwearmouth*-Kohlen-Lagers in Durham. Erfahrungen hatten gelehrt, daß ein gewisser Kalk sehr gewöhnlich die Decke Englischer Steinkohlen-Gebilde ausmache. In einer Gegend, wo am Tage auch nicht das geringste Zeichen von in der Tiefe vorhandenen Steinkohlen zu sehen war, wurde die Untersuchungs-Arbeit begonnen, indem bloß die Streichungs-

Digitized by Google

Richtung der Schichten jenes Kalksteines leitete. Als dreihundertfünfzig Fuß Tiefe erreicht waren, zeigten sich Kohlen-Spuren. Man trieb indessen die Schachte noch viele hundert Fuß abwärts, ohne ein bauwürdiges Flötz zu erreichen. Allein das Vertrauen zum Unwandelbaren geologischer Gesetze wankte nicht, und der schönste Erfolg lohnte diese Beharrlichkeit: in sechszehnhundert Fuß unter dem Boden wurde ein sehr werthvolles Kohlen-Lager aufgeschlossen.

Digitized by Google

Dreizehnte Vorlesung.

Die Versteinerungen.

Daß es Wasser war, aus dem jene Felsarten abgesetzt wurden, deren Betrachtung uns gegenwärtig beschäftigt, dieß zeigen auch die Thier- und Pflanzen-Ueberbleibsel, welche sie enthalten. Unter sämmtlichen neptunischen Gebilden ist nicht eines ganz frei von solchen Resten; wie im losen Sande und in lockeren Massen, werden dieselben auch im festesten Gesteine getroffen. Einzelne Schichten und Bänke umschließen sie in wahrhaft ungeheurer Menge. In gewissen Kalksteinen der Gegend von Erfurt, in andern aus der Nähe von Manchester, sieht man Muschel an Muschel gedrängt; das Kalkige gibt nur das Bindemittel ab, es ist der Mörtel, welcher die Schalen zusammenhält. — Wären die Gesteine immer fest gewesen, sie hätten Muscheln, und sonstige Reste einst belebter Wesen, nicht in sich aufnehmen, und noch weniger alle inneren Windungen, alle zelligen Räume derselben, mit ihrer Masse erfüllen können, wie dieß nicht selten der Fall ist. Es muß ferner Wasser den Weichheits-Zustand bedingt haben, in welchem sich gewisse Gesteine einst befanden; denken wir uns Feuer als das Vermittelnde, wodurch ein Felsarten-Teig —

Digitized by Google

in den thierischen oder pflanzlichen Ueberbleibsel sanken — flüssig erhalten wurden, so konnten diese der Zerstörung nicht entgehen.

Jede Gestein-Schichte, welche Reste, wie die befragten, enthält, war einst für gewisse Zeit die obere Decke eines Theiles der Erdrinde und diente Thieren und Pflanzen zur Wohnstätte. Neuere Absätze aus Wasser überlagerten jene ältern Schichten; auf ihnen wuchsen, in eingetretenen ruhigen Zwischenräumen, andere Pflanzen, auf ihrer Oberfläche lebten andere Thiere, von denen, als neue gewaltsame Katastrophen sich ereigneten, abermals Spuren zurückblieben. Wir vermögen diese Erscheinungen durch die ganze Reihe neptunischer Ablagerungen zu verfolgen, aus den größten Tiefen, welche Bergmanns-Arbeit für uns zugänglich gemacht, bis zu sehr erhabenen Stellen auf Gebirgen. Man hat in den, die Steinkohlen an der Küste Englands begleitenden, Felslagen thierische und pflanzliche Reste 900 Fuß unterhalb des Meeresbodens nachgewiesen. Muscheln, welche wir später als für Thonschiefer und schieferige Grauwacke bezeichnend kennen zu lernen haben, liegen auf dem Harze 1090 Fuß und tiefer im Gestein, und mit ihnen finden sich Stengel Rohr-artiger Gewächse. Dagegen kommen in Europa, auf Höhen von 11,000 Fuß über dem Spiegel des Oceans, Muscheln, als Einschlüsse von Felsarten, vor, und in Assen Landthier-Gebeine auf Höhen von 16,000 Fuß.

Aber nicht allein aus diesem Gesichtspunkte, als Beweise neptunischer Herkunft gewisser Gesteine, machen sie jene Ueberbleibsel eines frühern Thierlebens einer vorzeitigen Pflanzenwelt wichtig; sie erlangen in anderer Hinsicht viel größere Bedeutung. Die Urbilder der Wesen, wovon Theile im Gestein eingeschlossen enthalten sind, oder solcher Geschöpfe und Pflanzen, welche ihnen zunächst verwandt waren, findet man nämlich entweder noch lebend in derselben Gegend, wo ihre versteinerten Ueberbleibsel vorkommen; oder es sind jene Urbilder jetzt in Landstrichen

Digitized by Google

vorhanden, deren Klima sehr verschieden ist von der Gegend, in welcher ähnliche versteinerte Reste sich finden. Letztere Thatsache wird uns demnächst dazu dienen, den Beweis abzuleiten: es seyen in den Wärmegraden der Luft, aus frühestem Weltalter bis zur neuern Zeit, bedeutende Aenderungen eingetreten; es habe in ganzen weit erstreckten Landstrichen allmälige Abnahme jener Temperatur sich ereignet. Manche Urbilder verschwanden, wie Sie hören sollen, gänzlich aus der Reihe der Lebenwesen; sie gingen unter bei den, zu wiederholten Malen eingetretenen, gewaltsamen Katastrophen, welche unsere Erdrinde erlitten.

Eine weitere, sehr wesentliche Beziehung vergrabener Thier- und Pflanzen-Reste ist, daß in verschiedenen Fels-Lagen, wie solche aus der Planeten-Tiefe bis zur Oberfläche über einander geordnet sind, stets andere Versteinerungen erscheinen. Auch sind sie bei weitem nicht immer auf gleichmäßige Weise vertheilt. Gewisse Gebirgsarten zumal zeigen in ersterer Hinsicht viel Eigenthümliches und Sonderbares. Wir werden deren kennen lernen, die nichts Aehnliches von Petrefakten aufzuweisen haben mit Fels-Gebilden, welche ihnen vorangehen, d. h. auf denen sie gelagert sind, oder mit jenen, die auf sie folgen, d. h. welche auf ihnen ruhen. Dagegen enthalten andere Muscheln, die den in weit ältern Formationen eingeschlossenen gleich sind, oder mit ihnen in naher Verwandtschaft stehen. — Man sieht recht augenfällig, wie die Wasser keineswegs immer das nämliche Material absetzten, oder anspühlten, sondern daß nach und nach höchst denkwürdige Aenderungen eintraten. Es kommen thierische und pflanzliche Reste in Reihen auf einander folgender Generationen vor. Die einer Gebirgsart angehörigen Versteinerungen lassen meist unter sich gewisse Aehnlichkeiten wahrnehmen, während sie von andern, jene Felsmasse bedeckenden, oder unter ihr gelagerten, Gesteinen mehr oder weniger abweichen. Wie bekannt,

Digitized by Google

sieht man Thiere und Pflanzen in unsern Tagen höchst mannigfaltig über die Außenfläche der Erde verbreitet, so daß, auch wenn Klima und andere Verhältnisse genau übereinstimmen, an weit von einander entlegenen Orten keineswegs immer dieselben Thiere, die nämlichen Pflanzen gefunden werden. Aus dieser Vertheilung der animalischen und der vegetabilischen Welt ergibt sich, daß nicht überall gewisse bestimmte Reste in Felsmassen einer und derselben geologischen Periode zu erwarten sind; aber in gleichzeitig entstandenen Gebirgsarten werden, über große Räume hin, die nämlichen Petrefakten getroffen. Versteinerungen, welche in den am tiefsten gelagerten, in den ältesten neptunischen Gebilden enthalten sind, weichen auffallend ab von Thieren heutiger Zeit. Die in den obersten Schichten begrabenen Reste stimmen mehr überein mit gegenwärtig vorhandenen Lebenwesen. Die Muscheln alter Felslagen haben ihre eigenthümlichen Formen; Formen, welche, nach und nach verschwindend, in jüngeren Gesteinen nicht wieder vorkommen. Durch die Petrefaktenkunde hat man in einigen neptunischen Gebirgsarten Absätze aus dem Meere erkannt, in andern Süßwasser-Ablagerungen; Reste von Meeres-Thieren finden sich mit Süßwasser- und mit Land-Geschöpfen in nahe über einander liegenden Schichten desselben Gebirges. Die Unterscheidung zwischen solchen Thieren und Pflanzen, welche nur auf dem Lande, oder in süßen Wassern leben, im Vergleich zu andern, deren Daseyn ans Meer gebunden ist, führte zur wichtigen und folgereichen Erkenntniß, daß z. B. Fische, denen ihr Aufenthalt von der Natur in süßem Wasser — wie solches die meisten unserer Flüsse und Seen führen — angewiesen ist, im salzigen Meeres-Wasser nicht leben können. Man hat davon neuerdings in England einen recht auffallenden Beweis gehabt. Beim Marktflecken *Lowstoff* in *Suffolk* wurde das Land zwischen dem Meere und dem *Lothing*-See durchstochen, um aus letzterem

einen Hafen zu bilden. Salzwasser drang in mächtigem Ueberstrome ein, während das süße Wasser des See's vermöge der ihm eigenen größern Leichtigkeit, von der Oberfläche abfloß. Der Wasserstand im See stieg höher, als zuvor. Eine Zeit lang konnte man deutlich die scharfe Grenze zwischen dem Meeres- und dem süßen See-Wasser wahrnehmen. Bald kamen todte Fische in Menge zum Vorschein, welche vom abfließenden Wasser ins Meer geführt wurden. — Ich erwähne dieser Thatsache absichtlich, um jeden Verdacht zu entfernen, als sey die Unterscheidung zwischen Meeres- und Süßwasser-Absätzen eine willkürliche. Gegen solche Behauptung streitet das vollkommene Erhaltenseyn der zartesten Theile, wie man es bei so vielen Petrefakten zu finden gewohnt ist. Wären todte Fische aus süßem Wasser dem Meere zugeführt worden, wären Land- oder Süßwasser-Konchylien-längere Zeit ein Spiel der Wellen gewesen, sie würden sich nicht in dem Grade erhalten haben. — Von zahlreichen Meeres-Bewohnern ist übrigens sehr glaubhaft, daß sie gar nicht geeignet waren, Spuren ihres Daseyns in Fels-Lagen zu hinterlassen. Wir sind zu solcher Annahme durch Erscheinungen aus unserer Zeit berechtigt. Die an gewissen Stellen des Meeres in so großer Menge vorhandenen nackten Weichthiere (Mollusken) verwesen spurlos am Strande, ohne daß fossile Reste von ihnen in Sand- oder Schlamm-Absätzen zurückbleiben. — Bei vielen Versteinerungen kommen die Theile so zerstreut vor, daß sie nach dem Tode der Thiere durch Verwesung getrennt worden zu seyn scheinen. Andere, so namentlich Fisch-Reste, zeigen sich vollkommen erhalten; nur liegen sie zusammengekrümmt, einen schnellen Tod, das plötzliche Einschließen in die Masse andeutend, welche später zu festem Fels erhärtete.

Ich habe im Vorhergehenden des ungleichmäßigen Vertheiltseyns fossiler Thier- und Pflanzen-Reste gedacht. Nicht selten kommen nämlich die Versteinerungen auf eine der Lagen, oder

Digitized by Google

Schichten beschränkt vor. Eines der auffallenden Beispiele ist beim Dorfe Bubenhausen unfern Zweibrücken. Inmitten mächtiger Bänke bunten Sandsteines, die, einige pflanzliche Ueberbleibsel abgerechnet, frei von Petrefakten sind, tritt eine, nur 8 bis 10 Zoll starke, sandige Lage auf, in der Muschel an Muschel gedrängt ist. Auch auf die berühmten Brüche von Solenhofen bei Eichstädt, wo der bekannte lithographische Stein gewonnen wird, und auf den *Monte Bolca* im Vicentinischen, kann ich mich beziehen. Zu Solenhofen kennen die sehr geschickten Arbeiter jede der einzelnen Schichten, ihre Dicke, Festigkeit und Zerklüftung; sie wissen genau, in welchen die geschätzten Versteinerungen enthalten sind. Am *Monte Bolca* haben die Steinbrecher nur in den tiefen Lagen fossile Fische zu erwarten. Erfahrung hat dieselben gelehrt, daß alle jene Thier-Reste mit ihren Köpfen dem stärksten Fallen der Schichten, ungefähr 40 Grade, zugekehrt sind; sie betreiben darum den Bau in dieser Richtung.

Mit gutem Grunde hat man die Petrefakten als Denkmünzen der Schöpfung bezeichnet. Denn gleichwie Schaustücke geprägt werden, um wichtige Ereignisse auf die Nachwelt zu übertragen, so hat die Natur dem Geologen durch die versteinerten Reste ein wesentliches Merkmal dargeboten, zum richtigen Erkennen vieler Felsarten-Formationen, zur Beurtheilung ihrer gegenseitigen Alters-Verhältnisse. Ohne die Gegenwart der Versteinerungen würde die große Reihe thoniger, kalkiger und sandiger Lagen, welche das Ganze des neptunischen Gebietes zusammensetzen, gar oft in vielen ihrer einzelnen Glieder für uns als unbegrenzt erscheinen; nach der Gestein-Beschaffenheit allein würden wir sie, wenigstens theilweise, nicht zu unterscheiden vermögen. — Es gibt jener Schöpfungs-Denkmünzen sehr viele; sie mußten gesammelt, geordnet, an einander gereiht werden. Aber noch nicht lange ist man sicher über Art und Weise, wie

Digitized by Google

dieß zu bewerkstelligen sey, um eine, in regelrechter Folge vorschreitende, Erd-Geschichte daraus abzuleiten, um an jenen Münzen das Gepräge verschiedener Zeitalter zu erkennen.

Was unter Versteinerungen zu verstehen, ergibt sich, dem Allgemeinen nach, aus Vorhergehendem; aber der Begriff verlangt genauere Feststellung, und diese dürfte mit desto größerem Interesse von Ihnen aufgefaßt werden, da die Wichtigkeit der Sache dargethan ist. Ehe wir jedoch die Versteinerungen, ihren verschiedenen Zuständen nach, kennen lernen, scheint es nicht ungeeignet, ja selbst nothwendig, einige Bemerkungen einzuschalten: über das Vorkommen lebender Geschöpfe, umschlossen von festem Gestein, in mehr und minder beträchtlicher Tiefe, und über das Erhaltenseyn weicher Thiertheile im Boden hochnordischer Breiten.

Ich will nicht bei lebendigen Raupen und Würmern verweilen, die angeblich im Innern von Rollstücken, von Geschieben gefunden worden, und ebenso wenig bei den Mährchen von Fischen und Schlangen, von Eidechsen und Krebsen, ja selbst von Hunden, die man, ohne alle Verbindung mit atmosphärischer Luft, in engen Gestein-Höhlen, lebend getroffen haben will. Dieß sind ungereimte Angaben, auf der Leichtglaubigkeit Gelehrter, auf Täuschungen und Unredlichkeiten von Steinbrechern beruhend. Zu den verschiedensten Zeiten, und an den verschiedensten Orten — im Erz-Gebirge Sachsens, in Thüringen, im Mansfeldischen, in der Schweiz, in Frankreich, England und Schweden — will man Kröten in jenem Zustande getroffen haben; von diesen sogenannten „lebendigen Fossilien“ soll die Rede seyn. Um zu sehen: ob die „wunderhafte Erscheinung“ vielleicht als eine ganz einfache, vom gewohnten Laufe der Dinge gar nicht abweichende, sich darstelle, und ob und welche Aufschlüsse daraus zu erlangen sind, für das „ungeheuere Alter gewisser Thiere“, wie

Digitized by Google

für das Alter dieſer und jener Geſteine, wollen wir einige Augenblicke bei der Sache verweilen.

Die ſeltſame Meinung, daß Kröten, eingeſchloſſen im feſten Geſtein, der Luft und jeder Nahrung beraubt, lebend gefunden worden, dürfte erſt im Mittelalter aufgekommen ſeyn. Aber in neuern Zeiten legte man noch Gewicht auf Entſcheidung der Frage, und kaum ſind zehn Jahre abgelaufen, daß Gelehrten-Vereine ſolche zum Gegenſtande von Preis-Bewerbungen machten. Um die mannigfaltigen Berichte und Erzählungen zu würdigen — von Fulgoſe an, der vor mehreren Jahrhunderten geſchrieben, bis zur Kröte, welche 1835, angeblich mit Quarz-Kryſtallen bedeckt, in Tiefen der Lütticher Steinkohlen-Gruben getroffen worden — muß man ſich die Lebensweiſe der Thiere, von denen die Rede, ins Gedächtniß zurückrufen. Wie bekannt ſchlupfen Kröten, um zu überwintern, in Baum-Riſſe und Spalten, in hohle Stämme, oder ſie verkriechen ſich in Räume des Bodens, und erwachen erſt wieder aus tiefem, Todten-ähnlichem Schlafe, wenn Wärme eintritt. Dieſe Erfahrungen genügen, um das Erſcheinen von Kröten zu erklären, welche mit der Pflugſchar ausgegraben werden; ſie entfernen das Räthſelhafte der Gegenwart jener Thiere in Holz-Stämmen, Orte, wo Luft-Zutritt möglich iſt, wo kleine Inſekten zu ihrer Nahrung ſich einfinden konnten. Im Ruſſiſchen Polen namentlich ſind Fälle nicht ſelten, daß Kröten, und zuweilen in beträchtlicher Zahl, unter ſechs Fuß mächtiger Dammerde vorkommen. Ferner hat man Kröten in 12 bis 15 Fuß tiefen Thon-Lagen beim Brunnen-Graben getroffen. Nord-Amerikaniſche Naturforſcher ſehen es nicht als ganz unwahrſcheinlich an, daß jene Geſchöpfe „vielleicht“ Zeugen der Sündfluth geweſen, daß dieſelben zu der Zeit vergraben, und die ſie umſchließenden Thon-Lagen ſpäter mit andern Gebilden überdeckt worden. Allein einfacher bleibt die Vermuthung, daß die Kröten

Digitized by Google

hinabfielen in die Tiefen, oder daß sie hinuntersprangen, um einen Schlupfwinkel für ihren Winterschlaf zu suchen. — Wie steht es aber mit Kröten, welche eingeschlossen in Kalk- und Sandsteinen vorgekommen seyn sollen, in kleinen Zellen, genau hinreichend, um die Thier-Körper zu enthalten? Ist es denkbar, daß, wie von Manchen angenommen wird, die Gestein-Masse weich genug gewesen sey, um sich nach Gestalt und Größe der Thiere zu modeln, die im Winterschlafe versenkt lagen, als sie vom kalkigen Schlamme umwickelt wurden, oder vom Sande, der später zu Sandstein erhärtete? Können Kröten, seit dem Niederschlage jener Gebirgsarten, in ihrem Todes-Schlafe verblieben seyn, da man sie nicht allein in neuern Kalk- und Sandsteinen, sondern auch in solchen getroffen haben will, welche den ältern und ältesten neptunischen Ablagerungen zugehören? Hinderte das Mächtige später gebildeter Erd-Schichten die Wiederkehr der Frühlings-Wärme, und wurde so der Schlaf auf Jahrhunderte, auf Jahrtausende unterhalten, bis in später Zeit durch Zufall das lang geschlossene Grab geöffnet und die Thiere zu neuer Lebens-Thätigkeit aufgeregt wurden?

Prüft man mit Unbefangenheit alle einzelnen Thatsachen, vergleicht man die zahllosen Berichte und Erzählungen, so ist hier Uebertriebenes und Zweideutiges, dort Ungenauigkeit oder Fabelhaftes nicht zu verkennen. Bald handelt es sich bloß um das zufällige Auffinden einer Kröte in der Nähe eines Fels-Blockes; oder es hat die Erzählung ihren Grund in der Gegenwart solcher Geschöpfe in einer Gestein-Spalte. Indessen wurden keineswegs bloß einzelne leichtglaubige Gelehrte, von verschmitzten Steinbrechern hintergangen; selbst ganze Akademieen der Wissenschaften ließen sich vor nicht siebenzig Jahren noch irre leiten. Das zierliche Gold-Kettchen am Halse einer Kröte brachte nicht zur Besinnung; und dennoch lag es klar am

Tage, daß das Thier von listigen Arbeitern zwischen die Gestein-Bänke gebracht worden, wo man es später absichtlich auffand. — Auch eine bekannte Thatsache, die im Pariser Gypse lebend gefundene Kröte — auf welche man, als auf einen nicht zu widerlegenden Beweis, sich berief — beruht auf Betrügereien der Steinbrecher.

Ehe wir weiter gehen, muß ich Sie mit sonderbaren Mißverständnissen bekannt machen, welche durch den Doppelsinn einiger Ausdrücke veranlaßt worden. Wie Sie wissen, heißt Kröte im Französischen *Crapaud*, im Lateinischen *Bufo*. Mit dem Worte *Crapaud* aber bezeichnen die Steinbrecher — und, wie erwiesen worden, schon seit sehr langer Zeit — die Drusen, die auf ihren innern Wänden mit Kalkspath-, oder mit Quarz-Krystallen besetzten Räume und Höhlungen in Felsmassen. Nun war im Mittelalter Latein die allgemeine Schriftsprache; *Crapaud* wurde in *Bufo* übersetzt, und das Beiwort *vif*, dem lebhaft Glänzenden der Krystalle geltend, in *vivus* (lebendig); so machte man aus einem „lebhaft glänzenden Drusenraum" eine „lebende Kröte." Der *Crapaud*, von welchem Fulgose berichtete — die erste angeblich innerhalb festen Gesteines lebend getroffene Kröte — war nichts als ein Drusenraum von seltener Größe; dieß hat Vallot dargethan, ein Naturforscher, der sich in neuester Zeit besonderes Verdienst um die Sache erworben. Verwechselungen von Drusen und Kröten aber haben sich fortgepflanzt, wie mannigfaltige andere Fälle beweisen.

Uebrigens können Kröten lange Jahre hindurch, in Gestein-Klüften, in Höhlungen, lebendig begraben verblieben seyn. Sie kamen zufällig an solche Orte, vielleicht oft als Ei, oder in der ersten Verwandelungs-Stufe, und entwickelten sich sehr allmälig, da Luft und Nahrung ihnen nur in spärlichem Maße zu Theil wurden. Auch durch die kleinsten, kaum merkbaren, Oeffnungen

Digitized by Google

finden Insekten ihren Weg; davon hat man sich überzeugt. Erfahrene Beobachter sind jedoch keineswegs immer zugegen, wenn Kröten aus langjähriger Gefangenschaft befreit werden, wenn sie wieder erwachen. Im Erz-Gebirge Sachsens war ein Glauben verdienender Berg-Beamter Zeuge, daß eine lebende Kröte, etwa 360 Fuß unter Tag, in einem wenige Zoll großen Raum einer Quarzader „erbrochen" wurde; allein es wird ausdrücklich bemerkt, daß das Gestein sehr zerklüftet gewesen und viel Wasser geführt habe. War das Thier, im jugendlichen Alter, in die Oeffnung geschlupft, hatte dasselbe nach und nach an Größe zugenommen, so mußte ihm später der Ausweg versperrt seyn; es setzte, in enger Klause, jedoch nicht ohne Luft, nicht ohne Wasser, ein gleichsam vegetirendes, den Körper nur unmerkbar aufzehrendes, Leben fort. — Von der Kröte, welche Arbeiter in einer Steinkohlen-Grube bei Lüttich, über 1100 Fuß tief gefunden, weiß man, daß sie in einer Sandstein-Spalte saß. Niemand, der die Sache hätte prüfen können, war zugegen, die genauern Umstände blieben folglich unerörtert.

Nach Allem diesem muß ich Ihnen noch sagen, daß mehrere berühmte Naturforscher, um den Beweis zu führen: Kröten vermöchten nicht innerhalb fester Gestein-Massen, ohne Luft und Nahrung, lange zu existiren, um zu unmittelbaren Erfahrungen zu gelangen, Versuche angestellt, von denen ich keine ausführliche Schilderung entwerfen will. Ich begnüge mich zu bemerken, daß die Thiere in größere und kleinere Löcher, welche man in Kalk- oder Sandstein-Blöcke gehauen, gesetzt, die Räume sodann aber durch Glas-Platten luftdicht verschlossen worden. Andere vergrub man, in wohlverwahrten Töpfen, mehre Fuß tief, in die Erde. Nach Jahresfrist waren die meisten Thiere todt, und über zwei Jahre verblieb keine Kröte, unter Umständen, wie die erwähnten, bei Leben. Sie sehen demnach, daß, auch durchs Experiment,

Digitized by Google

der Meinung: Kröten könnten, eingeschlossen in festem Gestein, der Luft und Nahrung beraubt, lange Jahre lebend verbleiben, alle Wahrscheinlichkeit benommen worden.

Was das Erhaltenseyn weicher Thiertheile im Boden hochnordischer Breiten betrifft, so sind die Thatsachen zu merkwürdig, als daß ich ihrer nicht hier zu erwähnen hätte. Mit Haar-, Haut- und Fleisch-Bedeckung, gleichsam im Mumien-artigen Zustande, entdeckte Pallas 1770, eingeschlossen im gefrornen Sande am Wilui-Ufer, ein Rhinoceros. Noch denkwürdiger ist, wie Sie sogleich hören sollen, die Geschichte der Auffindung des vorweltlichen Elephanten.

Ein Tungusischer Fischer nahm, 1799, an der Eismeer-Küste, unfern der Lena-Mündung, mitten zwischen Eis-Schollen, einen gewaltigen unförmlichen Block wahr, ohne daß er sehen konnte, welcher Natur derselbe sey. Nach Jahresfrist zeigte sich die Masse zwar freier, allein ihre genauere Beschaffenheit blieb räthselhaft, wie zuvor. Erst im März-Monate des Jahres 1804, nach in ungewöhnlicher Weise schnell eingetretenem Thauwetter, strandete ein Mammut-Cadaver auf Sand-Bänken der Küste. Ein Tungusen-Häuptling stahl die Stoßzähne; in der Nähe wohnende Jakuten schnitten das Fleisch stückweise ab, um ihre Hunde damit zu füttern; hungerige Wölfe und Bären suchten hier Nahrung. So wurde das Riesenthier nach und nach verstümmelt; indessen verblieb dem Gerippe, mit Ausnahme eines Vorderfußes, seine Ganzheit. Russische Akademiker fanden den Hals noch mit langer Mähne versehen, die Haut mit schwarzem Haar bedeckt und darunter mit dicker röthlicher Wolle. Der Kopf allein, ohne Stoßzähne, wog über 400 Pfund; was von der Haut übrig war, konnten zehn Männer nur mit großer Anstrengung wegtragen. Jezt ist das Gerippe eine seltene Zierde des St. Petersburger Museums; die Stoßzähne, 360 Pfund schwer, wurden wieder

Digitized by Google

angekauft, auch der vermißte Vorderfuß in der Nähe, wo das Mammut gestrandet war, aufgefunden. — Ob die bedingende Ursache des Phänomens in der stets vorschreitenden Verminderung mittlerer Jahres-Wärme zu suchen sey, so wie im zunehmenden Unterschiede zwischen Sommer- und Winter-Temperatur, je weiter man von Europa gegen Asien vorschreitet; oder ob der Grund in einer plötzlichen Temperatur-Erniedrigung jener Gegenden liege, dieß wollen wir im Augenblicke nicht ergründen. So viel habe ich indessen beizufügen, daß A. von Humboldt in einem, in beschattetem Torfboden gegrabenen, Brunnen, von 6 Fuß Tiefe an, eine 9½ Fuß starke Schichte gefrorner Erde, mit kleinen Eis-Gängen durchsetzt, beobachtete; und zu Jakutsk ist das unterirdische Eis eine allgemeine und unausgesetzte Erscheinung, so daß man auf sehr beträchtliche Zunahme der Eis-Schichten von da bis zur Lena-Mündung schließen darf. Demungeachtet gehen heutigen Tages noch gewisse Thiere, besonders Tieger, die man als der warmen Zone eigenthümlich zu betrachten gewohnt ist, bis weit in Siberien hinauf. Die Haar-Bedeckung des vorweltlichen Elephanten, des zwischen Eismassen begrabenen Mammuts, macht es wahrscheinlich, daß auch dieses Thier einst in Siberien gelebt habe. Dazu die unermeßliche Menge von Elephanten-Stoßzähnen, welche im Boden mancher Theile des Russischen Reiches vergraben getroffen werden. In Jenisseisk kommt jährlich ein Schiff an, dessen Fracht wesentlich aus Mammut-Zähnen besteht, so daß Europa meist dadurch mit seinen Elfenbein-Bedürfnissen versehen wird. Auf einer, nordwärts vom Samojeden-Lande gelegenen, Insel fand man vordem jene Zähne in so ungeheurer Menge, daß, viele Jahre lang, bloß allein damit beladene Karavanen in Petersburg anlangten. Das „antediluvianische", das „fossile" Elfenbein verdient, der Dichte wegen, den Vorzug vor jenem von lebenden

Digitized by Google

Thieren *. Mammut-Backenzähne, die, sonderbar genug, in Potsdam waren eingepflastert worden, erhielten sich mehrere Jahrzehnde hindurch. Es gibt indessen auch Mammut-Zähne, die so leicht, so erdig sind, daß unwissende Arbeiter dieselben für Meerschaum hielten. — Wenden wir uns wieder zu dem, zwischen Eis-Blöcken erhaltenen, Thier. Führte irgend eine Katastrophe den Untergang von Mammuten während des Winters herbei, so vermochten unbedeutende Erd-Erschütterungen die Versenkung der Leichname im Boden zu bewirken, der bis zu beträchtlicher Tiefe gefroren war; nun blieben die weicheren Theile gegen weitere Zersetzung geschützt. Bei den Samojedischen Nomaden hat sich die Sage erhalten: das Mammut verkehre noch jetzt in Bergklüften nahe am Meere, nach Art eines kolossalen Grabe-Thieres, eines Riesen-Maulwurfs.

Wir hätten nun über den Begriff von *Versteinerungen* uns zu verständigen. Es kann derselbe im engern und in einem weitern Sinne aufgefaßt werden. Streng genommen dürfen wir nur diejenigen *Reste einst belebter Wesen, thierische oder pflanzliche, deren feste Theile durch mineralische Stoffe ersetzt worden, als Versteinerungen — Petrefakte, fossile Körper* — betrachten. Eigentliche Versteinerungen tragen das Gepräge organischen Baues bloß als fremdartige Gestalt bei irgend einer Mineral-Substanz, welche übrigens noch unter mannigfaltigen andern Formen vorkommt. So findet sich der Feuerstein derb, in Platten, kugelicht, aber sehr häufig auch als Thier-Versteinerungs-Mittel. — Den Versteinerungen sind demnach eben

* Nicht alles Elfenbein stammt jedoch von Mammut- und von Elephanten-Zähnen ab; auch das Schwerdt, die breite Schwerdt-förmige, oft mehrere Ellen lange, Wehr eines bekannten Fisches, liefert ausgesuchtes Elfenbein. Die Bewohner des Morgenlandes fertigen daraus ihre schönsten Schach-Figuren.

Digitized by Google

so wenig alle Ueberbleibsel organischer Wesen beizuzählen, die durch irgend ein Natur-Ereigniß in der Erde vergraben worden — in so weit sie nicht die oben angedeutete Aenderung erlitten haben — wie die Inkrustationen, wie die Bas-Reliefs, von denen wir hörten, daß sie aus den, in den Bädern von *San Filippo* im Toskanischen verspritzten, und in Formen aufgefangenem, Wasser sich gestalten.

Bei Versteinerungen muß irgend eine chemisch wirkende Kraft den organischen Körper gänzlich zerstört haben; denn auch die kleinsten Theile wurden durch ein Fremdartiges, durch das „Versteinerungs-Mittel", ersetzt. Nur auf solche Weise dürfte es erklärbar seyn, daß bei eingetretener Umbildung die organische Substanz vollkommen verschwinden und deren Gestalt und Structur dennoch aufs Genaueste erhalten werden konnte. In quarzigen Gesteinen eingeschlossenes Holz wurde bald zu Hornstein, bald zu Opal; Kieselerde-Theilchen ersetzten die ursprüngliche Pflanzen-Substanz, aber die Anordnung der Fasern, der Jahrringe, der ganze vegetabilische Bau blieb mehr oder weniger ungestört.

Auf die Frage: welche organische Körper, oder was für einzelne Theile derselben im Versteinerungs-Zustande getroffen werden? erwiedre ich: daß dieß besonders jene sind, welche, vermöge ihrer Festigkeit, und ihrem chemischen Wesen nach, den Zerstörungs-Ursachen längern Widerstand leisten konnten. Um das Gesagte näher auszuführen, sey weiter bemerkt, daß von Thieren vorzugsweise Schalen, Krusten, Knochen, Zähne, Gräten, Schuppen, hin und wieder auch Eier, versteinert getroffen werden, von Gewächsen aber Stamm-, Ast- und Wurzelstücke, Stängel, Zapfen u. s. w. Nur wenn günstige Verhältnisse eigenthümlicher Art eintraten, gingen zartere, weichere Theile in fossilen Zustand über. — Unter den genannten animalischen Resten kommen wohl keine häufiger vor, als die Gehäuse der Mollusken. Wo zum Behuf

Digitized by Google

von Kunststraßen der Boden aufgedeckt wird, wo man Räume für Fundamente ausgräbt, kann Jeder sich leicht davon überzeugen. Im Vergleich zu Knochen von Säugethieren, von Vögeln und Reptilien sind Muscheln, und oft schon unmittelbar unter der Pflanzendecke, meist in auffallend größerer Menge vorhanden. Gewisse Felsarten sind ganz erfüllt mit Myriaden von Muscheln, so klein, daß man sie nur durchs Mikroskop erkennen kann. Dieß ist unter andern der Fall beim Kalk der Berge von Siena und von Volterra. Soldani, ein Toskanischer Naturforscher, beschäftigte sich vorzugsweise mit deren Untersuchung. Er mußte eigene Methoden ersinnen, um die Gesteine zu zerlegen, welche jene kleinsten Schalthiere enthalten. In anderthalb Unzen des Kalkes zählte Soldani 10,454 Muscheln, wobei ihm ein, mit feinen Nadeln durchstochenes Papier als Sieb diente.

Ich habe so eben das Wort Versteinerungs-Mittel gebraucht; der Begriff liegt im Ausdruck. Kieselerde, quarzige oder Opal-Substanz war, im gewählten Beispiele, das Versteinerungs-Mittel. Am häufigsten diente der noch weiche Felsarten-Teig selbst zu solchem Behufe; thonige, sandige, und zumal kalkige Massen gaben das Versteinerungs-Mittel ab. Wir sehen die zartesten Pflanzen, Muscheln von mikroskopischer Kleinheit, die härtesten Knochen in das Material der Gebirgsarten umgewandelt, welche jene organischen Ueberbleibsel einschließen. Je nach dem Mannigfaltigen dieser Gesteine, zeigen auch die Petrefakten in der Regel eine sehr ungleiche Natur. Aber nicht immer erscheinen umschließende Fels-Massen und Versteinerungs-Mittel von derselben Beschaffenheit: in der Kreide, ihrem Wesen nach, wie Sie wissen, ein kohlensaurer Kalk, bestehen die meisten Thier-Reste aus Feuerstein; Muscheln, in kieseligen Gebirgsarten enthalten, sind oft durch Kalk versteinert. Ferner lieferten gewisse, mit diesen und jenen Säuren verbundene, Erden das Versteinerungs-Mittel, und endlich findet man sehr gewöhnlich Pflanzen-Theile

Digitized by Google

und thierische Ueberbleibsel in Kiese umgewandelt, oder in andere Erze; sie sind, im letztern Falle, nicht sowohl versteinert, als vielmehr vererzt, metallisirt. Gewisse Muscheln, namentlich Ammoniten, sieht man ungemein oft verkiest. Mächtige Kalk- und Schiefer-Lager werden reich an verkiesten Muscheln getroffen.

Ueber Art und Weise, wie die Metamorphose stattgefunden, wie der Versteinerungs-Proceß vor sich gegangen, sehen wir bei weitem nicht in allen Fällen klar. Einzelne Hergänge erscheinen allerdings weniger räthselhaft, und ich werde nicht unterlassen, wenn solche Thatsachen zur Sprache kommen, auch das Nöthige wegen der muthmaßlichen Erklärung einzuschalten. So soll, wenn vom Feuerstein und von seinem Auftreten zwischen Kreide-Lagen die Rede ist, der interessanten Erfahrungen gedacht werden, welche man hinsichtlich der Verkieselung gewisser Thier-Reste — ihrer Umwandelung in Feuerstein-Substanz — gemacht. Zahllose Fälle aber gestatten nur höchst unvollkommene Lösung des Problems, oder wir bleiben ohne allen Aufschluß über den Hergang. Ich will bei einer Thatsache verweilen. Daß gewisse Fels-Schichten an pflanzlichen Resten sehr reich sind, ist Ihnen bekannt. Aber bei weitem nur in seltenen Fällen lassen solche vegetabilische Reste auf unzweideutigste Weise wahrnehmen, daß sie noch an der Stelle sich befinden, wo dieselben wuchsen. Wir haben die befragte Erscheinung beim Stein- und Braunkohlen-Gebirge demnächst genauer kennen zu lernen. Für jezt sollen Sie von einem Phänomen hören, das beim Dorfe *Pennicuick* unfern *Edinburgh*, vor einigen Jahrzehnden beobachtet wurde. Im Bette, und am Ufer des *North Esk* treten sandige und thonige Schichten auf, wie solche die Steinkohlen überall zu begleiten pflegen. Aus den Thon-Lagen heraus erhebt sich das Stamm-Ende eines Baumes, dessen Wurzeln nach den verschiedensten Richtungen in den Fels-Boden eindringen. Der Stamm, von ungefähr vier Fuß Durch-

Digitized by Google

meſſer, iſt zu Sandſtein umgewandelt, und was von der Rinde noch übrig, zu Steinkohlen.

Die hin und wieder wahrnehmbaren Riſſe und Spalten dürften Folgen eingedrungenen und gefrornen Waſſers ſeyn. — Wie es zugegangen, daß, inmitten der Geſtein-Lagen, die pflanzliche Subſtanz nach und nach ſpurlos verſchwand, daß Sandiges an ihre Stelle trat und ſich die Stamm-Form aneignete, dieß dürfte nicht ſo leicht genügend zu erklären ſeyn.

Mitunter gehörte ein langer Zeitverlauf dazu, um Holz in Stein verwandelt zu ſehen; darüber haben wir manche intereſſante Erfahrungen. Trajan, der berühmte Römiſche Kaiſer, ließ, im Anfange des zweiten Daciſchen Krieges, unterhalb Belgrad eine Brücke über die Donau ſchlagen, um ſeine Feinde auch von der Wallachei aus angreifen zu können. Mit Bewilligung des Großherrn ſuchte man, unter Kaiſer Franz I. — der zu wiſſen wünſchte: ob die Zeit ſich nicht

ausmitteln lasse, in welcher Holz vollständig versteinern könne? — die Pfähle jener, ungefähr siebenzehn Jahrhundert alten, Brücke auf. Einer dieser Pfähle, 21 Fuß lang und von einem Fuß im Durchmesser, wurde am obern, im Wasser befindlichen, Ende, und am untern, das im Boden vergraben gewesen, eingeschnitten. Man fand den Pfahl einen halben Zoll weit versteinert; das Innere „wurde dem Holze immer ähnlicher und zeigte zuletzt wenig Verschiedenheit.“ Hieraus ergibt sich, daß, in diesem Falle wenigstens, die Versteinerung von außen nach innen stattgefunden habe. Nehmen wir an: es wäre die Umwandelung des Brücken-Pfahles stets in gleichem Grade vorgeschritten, so würden etwa 10,000 Jahre erforderlich seyn, um, unter ähnlichen Umständen, einen Stamm durch und durch zu Stein werden zu lassen. Und man ist berechtigt zu glauben, daß Holz den letztern Versteinerungen urweltlicher Zeiten angehört. Dagegen zeigten sich Knochen, die in kalkigem Schlamme vergraben wurden, schon nach Jahresfrist, in Farbe, Härte, Sprödigkeit so verändert, daß sie den, in Kalksteinen vorkommenden versteinerten Thier-Gebeinen ganz ähnlich waren. Sie sehen demnach, wie bei verschiedenem Material, und unter nicht gleichen Umständen, der Versteinerungs-Proceß bald langsamer, bald schneller vorschreitet. — So weit unsere Betrachtungen über die *eigentlichen Petrefakten*.

Manche organische Körper hinterließen *Abdrücke* der äußern oder *Abgüsse* ihrer innern Gestalt. Ehe die Zerstörung ihr Ziel erreichte, eignete sich das Versteinerungs-Mittel, die *umhüllende* Mineral-Masse, bald in höhern, bald in geringeren Graden, die Form jener Wesen an. So entstanden *Abdrücke*, welche man auch als Spurensteine zu bezeichnen pflegt. Drang das noch weiche Versteinerungs-Mittel in innere Höhlungen von Schalthieren ein, erfüllte es dieselben und modelte sich darnach, so blieben, wenn die äußere Decke verschwand, *Abgüsse*, sogenannte *Steinkerne* zurück. Den seltenen Steinkernen von

Digitized by Google

Heliciten, unſern gewöhnlichen Garten-Schnecken ähnlich, ſind jene beizuzählen, welche unſern Vallecas, in der Nähe von Madrid, vorkommen; ſie beſtehen aus Meerſchaum. — — Eindrücke beſonderer Art, wie ſolche erſt in neuern Jahren, durch mehrere Beiſpiele, uns bekannt geworden, Fußtapfen oder Fährten von Thieren, lernten wir früher kennen.

Andere thieriſche und pflanzliche Ueberbleibſel von feſtem Geſtein umſchloſſen, oder in lockerem Boden begraben, zeigen ſich nur theilweiſe verändert. Die Muſcheln haben noch ihre Farbe und ihren eigenthümlichen Glanz. Hierher gehört das, was man als „opaliſirenden“ Muſchel-Marmor zu bezeichnen gewohnt iſt. In gewiſſen dichten Kalkſteinen Kärnthens kommen nämlich Muſcheln vor, die lebhaften Perlmutter-Glanz beſitzen und dabei mit ſchönen bunten Farben ſpielen; purpurroth und ſmaragdgrün wechſeln in Streifen und Flecken. Ebenſo finden ſich, an der Küſte des Eilandes Iſchia, Muſcheln, wie ſolche heutigen Tages noch im dortigen Meere durch Thiere belebt zu finden ſind, in einem lockeren vulkaniſchen Tuffe eingeſchloſſen, ſie erſcheinen, was Farbe und Glanz betrifft, ſehr wenig verändert; Konchylien vom zarteſten Bau faſt in demſelben Zuſtande, als wenn ſie bewohnt wären, nur das Thier iſt aus ſeiner Stelle vertrieben. Auf den Bahama-, oder Lucayiſchen Eilanden ſintern die Konchylien des Ufers noch jezt häufig zuſammen; aber ſie verſteinern nicht, ſie büßen ſelbſt ihre Farbe nicht ein. — Knochen, die unter Verhältniſſen, wie die erwähnten, getroffen werden, laſſen noch ihr Zell-Gewebe wahrnehmen, es iſt ihnen ihr thieriſcher Leim verblieben; Holztheile haben ihr Faſer-Gefüge noch, nur büßten ſie die frühere Feſtigkeit ein, es wurden dieſelben brüchig und färbten ſich dunkelbraun. — Solche Thier- und Pflanzen-Reſte ſind eben ſo wenig wahre Verſteinerungen, wie die von Bernſtein umhüllten Inſekten, wie die, mit Kalktuff überrindeten, noch grünen Mooſe und Schilfe. Bei dieſen Ueber-

bleibseln finden wir die Spuren eines einstigen organischen Daseyns in Form und Materie ausgesprochen; aber unverkennbar ist der Uebergang zwischen ihnen und den wahren Versteinerungen.

Wenn im Vorhergehenden bemerkt wurde, daß die einem Gestein angehörigen fossilen Körper meist unter sich gewisse Aehnlichkeiten wahrnehmen ließen, während sie von den Versteinerungen in Gebirgsarten enthalten, welche jene Felsmasse bedecken, oder unter derselben gelagert sind, mehr und weniger abweichen; daß folglich jedes Glied der großen Reihe neptunischer Gebilde auch durch eigenthümliche Versteinerungen bezeichnet sey; so hat diese Regel, gleich vielen andern, ihre Ausnahmen. Aber es gibt solcher Ausnahmen nur wenige und diese thun der Regel keinen wesentlichen Eintrag. Die allgemeine Aehnlichkeit fossiler Ueberbleibsel, in Gebirgsarten jüngeren Alters enthalten, ist erwiesen. Nur einige Muscheln erscheinen in Resten, derselben Art zugehörend, in Gesteinen von höchst ungleichem Alter. Auch bei einer Art von Fischen, und bei gewissen pflanzlichen Ueberresten, ist dieß der Fall. Bei ältern Gebirgsarten zeigen sich, selbst an von einander sehr entlegenen Stellen, die Petrefakten im Ganzen um Vieles gleichförmiger, als bei jüngern Gesteinen, und für gewisse ältere Fels-Gebilde müssen einzelne Versteinerungen als von größter und entschiedenster Wichtigkeit gelten. — Wenige Schalthier-Reste, wie u. a. die Terebrateln, gewähren das denkwürdige Beispiel eines Geschlechtes, dessen Arten aus sehr früher Zeit bis zur neuern fortgelebt haben, der großen Aenderungen ungeachtet, welche die Oberfläche unserer Erde erlitten. — An mehreren Stellen des Süd-Deutschen Alpen-Gebirges hat man eine Vermengung der Arten fossiler Körper aus verschiedenen Fels-Gebilden, denen sie sonst eigenthümlich zu seyn pflegen, wahrgenommen. Worauf wir durch solche Erscheinungen — welche man bis jezt keineswegs genügend aufzuklären vermochte — so wie durch die früher erwähnten Ausnahmen hingewiesen werden

Digitized by Google

das ist eine gewisse Vorsicht bei Anwendung der, durch die Petrefakten-Lehre der Geologie gebotenen, Beobachtungen eintreten zu lassen; zu weite Ausdehnung der bestehenden, gewiß höchst wichtigen, Erfahrungen könnte sonst zu manchen Irrthümern verleiten.

Ehe wir andern, die Versteinerungen betreffenden, Verhältnissen uns zuwenden, habe ich noch eine Bemerkung nachzutragen, um möglichen Mißverständnissen vorzubeugen. Wenn nämlich im Vorhergehenden gesagt wurde: daß man fossile Ueberbleibsel von Geschöpfen, die im Meere lebten, auf sehr bedeutenden Höhen, eingeschlossen in Gestein-Lagen, treffe, so läßt sich aus solchen Phänomenen keineswegs für alle Fälle der Schluß ziehen: das Meer, aus dem jene Schichten, nebst den, in ihnen enthaltenen, thierischen Resten abgesetzt worden, habe einst einen so gewaltig hohen Stand gehabt. Mitunter finden wir Felslagen, welche Reste, wie die erwähnten, aufzuweisen haben, in Höhen, die kein Meer unserer Zeit, durch irgend eine bekannte Ursache zu erreichen vermöchte. Wir erklären die Gegenwart solcher, Versteinerungen führender, Felsmassen in gewaltigen Höhen naturgemäßer durch Emporhebungen der Bergmassen, durch Auftreibungen derselben aus den Tiefen vermittelst plutonischer Gewalten. Denn die frühere Meinung: es bestehe ein gewisses Verhältniß zwischen den Höhen jener Ablagerungen und dem einstigen, weit erhabenern, Stande des Welt-Meeres, aus dem dieselben niedergeschlagen worden und die Meeres-Wasser seyen allmälig gesunken, ist nur mit sehr großen Beschränkungen anzunehmen.

Wenn wir bei den Beziehungen der Petrefakten zum Gestein länger verweilten, als dieß vielleicht für unsere Absichten auf den ersten Blick nothwendig erachtet werden dürfte; so mögen Sie es mit der Wichtigkeit der Sache entschuldigen. Gar manche Bemerkungen, zu denen wir veranlaßt wurden, sollen uns im weiteren Verfolge der Erd-Geschichte wohl zu statten kommen.

Digitized by Google

Vierzehnte Vorlesung.

Urbilder der Versteinerungen.

Die Abstammung gewisser versteinerter organischer Körper beurtheilte man, in sehr früher Zeit schon, aus dem einzig wahren Gesichtspunkte. Griechenlands älteste Philosophen, Geschichtschreiber und Dichter, darunter jene, welche, ihrer umfassenden Gelehrsamkeit wegen, in gerechtem Ansehen standen, sahen die Schalthier-Reste in Gebirgen Aegyptens begraben, die Muschel-Haufwerke, zwei- bis dreitausend Stadien* von der Küste entfernt, als Beweise an, daß das Land vordem ein Meerbusen gewesen sey.

So einfach indessen, so naturgemäß die Ansicht ist: Formen, Thieren und Pflanzen durchaus ähnlich, für Reste vormals lebender Wesen zu halten; so gefiel man sich dennoch später in abenteuerlichen, in ungereimten Hypothesen. Man träumte von „Natur-Spielen", von „Schöpfungen der Natur in munterer Laune", von „Werken einer nachahmenden, aber nur äußerlich bildenden, Kraft". — Solche Meinungen sind nicht weniger verkehrt, als jene, welche die Aegyptischen Pyramiden für „Erd-

* *Stadium*, ein bekanntes Längenmaß der Alten. Es gab mehrere Arten von Stadien; das kürzeste hielt etwas über 306 Fuß, das längste ungefähr 689 Fuß.

Digitized by Google

Kryſtalle“ ausgaben, die Hieroglyphen aber, Bilder-Schriften, an den Obelisken, für Arbeiten der Pholaden, der Bohr-Muſcheln. Den Anſichten, von denen ich rede, läßt ſich der Ausſpruch eines Franzöſiſchen Philoſophen zur Seite ſtellen: aus Waſſer, mit welchem unſere Erde einſt bedeckt geweſen, ſtammten urſprünglich alle lebenden Geſchöpfe; der Menſch habe ſeine Laufbahn als Fiſch begonnen, und wäre ſpäter, nach und nach, zum Zweifüßer umgeſchaffen worden; die Syrenen, fabelhafte Meer-Nymphen, befänden ſich auf halber Verwandelungs-Stufe, ſie dürften hoffen, einſt noch zu vollkommnen weiblichen Weſen zu werden. — Wer kennt nicht die „Behringer'ſchen Poſſenſteine“? den Scherz, welchen muthwillige Würzburger Muſenſöhne mit dem, nach Natur-Spielen eifrig ſuchenden, biſchöflichen Leibarzte ſich erlaubten. Aus Thon geſchnitzte Figuren, groteske Geſtalten erſonnener Thiere mannigfaltigſter Art, wurden in der Höhle eines nahen Berges verborgen. Jeder Tag brachte dem glücklichen Behringer neue Ausbeute, und er ſchilderte ſeinen Fund in einem, mit vielen Abbildungen gezierten, Werke*. — Indeſſen verſuchten Manche, noch in unſerm Jahrhundert, die unfruchtbare Hypotheſe wieder auftauchen zu laſſen; ein Verſuch, der ohne Theilnahme und Beifall blieb. Sollte ein weiterer Beweis von Nöthen ſeyn, ſo möchte man ſich erlauben, die wenigen Anhänger der „Natur-Spiele“ an die „Coprolithen“ zu erinnern. Es wurden nämlich foſſile Excremente von Hyänen, von Eidechſen-artigen Geſchöpfen, von Fiſchen u. ſ. w., in Höhlen nicht nur und im aufgeſchwemmten Boden, ſondern inmitten ſandiger und thoniger Schichten, und feſter Kalk-Bänke des verſchiedenſten Alters, gefunden, und dieß ſtellenweiſe in ſolcher unermeßlichen Menge, daß

* *Lithographia Wirceburgensis*, 1726. — Als der Betrug entdeckt war, mühte ſich der Verfaſſer, die Exemplare ſeines Buches zu unterdrücken.

Digitized by Google

dadurch, in unzweideutigster Weise, die Aufenthalts-Stätten zahlloser Thier-Generationen bezeichnet sind, welche an solchen Orten lebten und umkamen. Wo man Coprolithen am häufigsten trifft, da zeigen sich fast stets in ihrer Nähe, mit ihnen untermengt, Thier-Gerippe, und einzelne Ueberbleibsel mannigfaltiger Art, Gebeine, Zähne, Fisch-Schuppen. Excremente solcher Thiere, die, wie Hyänen, sich auch von Knochen nähren, enthalten sehr gewöhnlich unverdaute Knochen-Splitter. — Englische Naturforscher gaben sich diesen „allersonderbarsten geologischen Untersuchungen" mit seltenem Eifer, ja mit eigener Vorliebe hin. Durch sie erhielten wir die genauesten Schilderungen der, in Form und Größe höchst vielartigen, Coprolithen, nebst getreuen und ungemein zierlichen Abbildungen. Chemiker beschäftigen sich wiederholt mit Analysen, und so wurde jeder Zweifel über den animalischen Ursprung der befragten Reste beseitigt. — Sollte sich die Natur, in ihren „Spielen", auch an Coprolithe gewagt haben?

Aber diese irrigen Ansichten waren keineswegs die einzigen, welche dem Studium, der, zu Stein gewordenen, Wesen organischen Ursprungs Nachtheil brachten. Zahlreiche und auffallende Beispiele beweisen, daß weniger gründliche Betrachtung der Petrefakten, Vorurtheile, allzulebhafte Einbildungskraft, Leichtglaubigkeit und Gewinnsucht sich vereinigten, um den Gang jenes Studiums bald auf vorschnelle Weise zu beschleunigen, bald zu hemmen. Dazu kam Unkenntniß in der Anatomie, wodurch höchst oberflächliche Vergleichung, Nicht-Beachtung wesentlicher Eigenthümlichkeiten des organischen Baues, und leichtfertiges Zurückführen auf Originalien veranlaßt wurde. Es gab eine Zeit, wo man sich darin gefiel, bald Martin Luthers Conterfey, bald einen gekrönten Pabst, in den zusammengepreßten, widernatürlich gekrümmten, oder sonst verunstalteten, Fisch-Resten Mansfeldischer Schiefer

Digitized by Google

zu erkennen. Sie können denken, daß auch der Aberglaube seine Macht übte, daß gewissen Versteinerungen wunderthätige Kräfte zugeschrieben wurden, daß man sie als Amulete, als Bann- oder Schutz-Gehänge trug, um sich gegen Zauberei und Krankheit zu bewahren. Vererzte, in Eisenkies umgewandelte, Ammonshörner, von denen schon Plinius erzählte, daß sie zu den heiligsten Edelsteinen in Aethiopien gehörten und wie Gold glänzten, werden bei den Hindus heutiger Zeit noch in ähnlichem Sinne hoch geachtet. Von den Brandenburgischen oder Bauern-Pfennigen (verkiesten Nummuliten), vom sogenannten „Teufels-Geld", werden die seltsamsten Mährchen erzählt. In gewissen Gegenden Spaniens trugen Landleute, noch im Jahre 1835, Terebrateln in der Tasche, als Schutzmittel gegen die Cholera.

Besonders die angestaunten Ueberbleibsel mächtiger Thier-Körper, Gestalten, von denen manche Riesen heutiger Lebenwelt überragt werden, namentlich die ausgegrabenen Zähne und Knochen vom Elephanten der Vorwelt, vom Mammut, Gebeine und Hörner vom Rhinoceros, erweckten schon frühe die Aufmerksamkeit des Volkes und boten Stoff zu höchst ungleichartigen Forschungen dar. — Nicht alle Mißgriffe will ich hier aufzählen, nicht alle verwerflichen Meinungen, die ausgesprochen wurden. Aber ich muß Ihnen sagen: was es mit dem Riesen-Greifen für ein Bewenden hatte, mit den Gebeinen des Königs Teutoboch, mit den rebellischen Engeln von Lucern, mit den aus den Wolken gefallenen Genien-Knochen und mit den Sicilianischen Giganten; Sie müssen einiges hören von Scheuchzer's „Menschen, der Zeuge der Sündfluth gewesen", von den versteinerten Ziegenklauen, welche ein Ungarischer See auswirft, und vom *Cavalier pétrifié*.

Bei gewissen Völkerschaften Siberiens erhielt sich, bis auf unsere Tage, das Mährchen vom Riesen-Greifen, von

Digitized by Google

einem geflügelten Ungeheuer, dem bald Drachen-, bald Basilisken-Gestalt zugeschrieben wird. Jenes erdichtete Unthier soll das Menschen-Geschlecht verfolgt und ganze Familien aufgezehrt haben. Die Yukagiren hängen fest am Glauben: ihre Vorältern hätten den Vogel gesehen, mit ihm gekämpft. Vom letzten der Race wird erzählt, daß er, im Augenblicke, wo derselbe auf einen Menschen niederstürzen wollte, sich in aufgepflanzte Lanzen gespießt habe. — Das Wahre an der Sache ist, daß man ausgegrabene Ueberbleibsel des Nordischen Nashorns (*Rhinoceros tichorhinus*) mißkannte; der Oberschädel wurde zu einem Vogel-Kopf, die zusammengedrückten Hörner zu Klauen, und die Knochen anderer kolossalen Säugethiere galten für „Federkiele".

Zu Anfang des siebenzehnten Jahrhunderts entdeckte man, beim Sand-Graben, im Dauphiné, unfern der Stelle, wo die Isère dem Rhone zuströmt, kolossale Gebeine, welche die seltsamsten Dichtungen veranlaßten. Ein Barbier ersann die Fabel: es seyen Ueberbleibsel Teutobochs, des Königs der ältesten Deutschen, eines Riesen von 30 Fuß Größe. Man gab vor, sie in einem Grab-Gewölbe, mit bezeichnender Inschrift, und dabei uralte Münzen gefunden zu haben. Die Knochen wurden in Paris, und an andern Orten, Neugierigen für Geld gezeigt. Später blieben dieselben zu Bordeaux in einer Kiste verpackt, und erst nachdem mehr als zwei Jahrhunderte abgelaufen waren, erfolgte genügende Aufklärung. Beim Niederreißen des Saales Molière, welcher zu dramatischen Darstellungen gedient hatte, fand man den Schatz, die „Königlichen" Gebeine. Sie wurden ans naturhistorische Museum in Paris abgeliefert und für Mastodon-Ueberbleibsel erkannt.

Der Lucerner Rath vertraute dem Ausspruche eines Baseler Professors und nahm die, im Jahre 1577 unfern der Stadt ausgegrabenen, Mammuth-Knochen für Ueberbleibsel jener

unglücklichen Wesen, welche die erzürnte Gottheit aus ihrem erhabenen Sitze herunterstürzte, für Gebeine der gefallenen, „aufrührischen“ Engel. Man entwarf ein phantastisches Gemälde jener Riesen-Wesen; denn den gefallenen Engeln wurde eine Größe von neunzehn Fuß angedichtet. Das Bild erhielt seinen Platz an öffentlichem Orte; man stellte es zur „erbaulichen Schau“ aus, um „fromme Gesinnungen und Mitgefühl zu erwecken“. Die Mammut-Ueberbleibsel wurden mit Sorgfalt gesammelt und anständig begraben.

Aus den Regionen ewigen Schnee's im Himalaya-Gebirge kamen, durch Kalktuff überrindete, Pferde- und Hirsch-Knochen mit Lavinen herunter; den Eingebornen galten sie für Genien-Gebeine, die aus den Wolken niedergestürzt wären.

Auf Sicilien wurden, unfern der *Grotta di Mardolce*, seit früher Zeit häufig große Knochen unbekannter Thiere gefunden, welche die alten Gelehrten des Landes für Ueberbleibsel von Giganten erklärt hatten, die einst auf der Insel gelebt. Speculirende Engländer hofften die fossilen Hippopotamus- (Nilpferd-) Knochen — dafür wurden sie durch Cuvier erkannt — zum Behuf von Zucker-Raffinerien benutzen zu können, und in den neuesten Jahren verführte man ganze Schiffs-Ladungen, Hunderte von Centnern der „Sicilianischen Giganten-Gebeine“*. Der Eigenthümer der Grotte hatte sich zu wiederholten Nachgrabungen veranlaßt gesehen, die allgemeine Aufmerksamkeit des Publicums wurde dem Gegenstande zugewendet, und zugleich entspann sich ein lebhafter Streit zwischen Sicilianischen Naturforschern. Einer suchte die wunderbare Meinung zu vertheidigen: es stammten die, bei *Mardolce* gefundenen Knochen von den daselbst „begrabenen“ sechszig Elephanten, welche die Römer in

* Der Versuch konnte nicht gelingen, da die Knochen keine Gallerte enthielten, mithin für den beabsichtigten Zweck untauglich waren.

Digitized by Google

einer Schlacht bei Palermo den Karthagern abgenommen, und die Nilpferde, wovon man Reste fände, seyen aus dem nahen Afrika zu Thier-Kämpfen herübergebracht und getödtet worden.

Vergebens hatte man in Grotten und Gestein-Bänken, nach fossilen Menschen-Ueberbleibseln geforscht. Mit schwärmerischer Begeisterung wurde darum die Kunde vom Auffinden der „seltensten aller Reliquien" aufgenommen, die Nachricht von der Entdeckung eines menschlichen Skeletes im Oeninger Kalkstein. Nun schien jede Zweifelsucht weichen zu müssen. Scheuchzer — Arzt und Naturforscher in Zürch — beschrieb (1726) das unvollständige Gerippe als „Zeuge der Sündfluth" (*homo diluvii testis*)*. Er stellte den angeblichen Urwelt-Menschen in rohem Holzschnitte dar. Ich kann es mir nicht versagen, Ihnen die Abbildung, wie solche später durch Cuvier verbessert und berichtigt worden, mitzutheilen (Taf. XIII); sie beweist, wie sehr man in Unwissenheit und Täuschung befangen gewesen. Das Thier-Gerippe hatte — so weit es bloß gelegt und nicht von der Stein-Masse noch bedeckt war — drei Fuß Länge. Scheuchzer berechnete die Größe des Menschen, welcher in der Sündfluth bei Oeningen seinen Tod gefunden haben sollte, auf etwas mehr als fünf Fuß. Er gab an, daß „nicht allein die Knochen-Substanz", sondern selbst „Fleisch, und Theile, weicher als Fleisch", im Steine „verkörpert" seyen. Nach ihm waren aufs deutlichste zu sehen: „etwas Uebriges von der Nasen, ein ziemlich Stück von den käuenden Mäußlein", „Anzeichen der Leber" u. s. w. Der Züricher Gelehrte bricht dabei in die Worte aus:

„Betrübtes Bein-Gerüst von einem alten Sünder,
Erweiche Stein und Herz der neuen Bosheits-Kinder."

* Sein merkwürdiges Buch führt den Titel: „Kupfer-Bibel, in welcher die *Physica sacra*, oder geheiligte Natur-Wissenschaft der in der Schrift vorkommenden natürlichen Sachen deutlich erklärt und bewährt wird."

Digitized by Google

Spätere Naturforscher erklärten das Oeninger Petrefakt bald für einen Wels (*Silurus*), oder für einen andern Süßwasser-Fisch, bald sahen sie solches für eine ausgestorbene Eidechse an. Entschieden wurde durch Cuvier. Aus den Zähnen und aus den, mit Fingern versehenen, Pfoten erkannte er eine, lebend nicht mehr vorhandene, Salamander-Art, den Riesen-Salamander.

Nach einer Ungarischen Volkssage sprach der vertriebene und flüchtige König Ladislaus einen reichen Hirten um Unterstützung an. Dieser weigerte die erbetene Hülfe, und rief Gott zum Zeugen an, daß er kein Geld habe. Aber bald nachher stürzte sich der Meineidige, von Verzweiflung und Wahnsinn ergriffen, mit seiner Heerde in den Plattensee. Die „versteinerten Ziegen-Klauen" sind es, welche der See fortdauernd ausspühlt; Wiener Naturforscher erkannten sie als abgerollte Spitzen einer untergegangenen Muschel-Art.

Zu den neuesten Denkwürdigkeiten gehört endlich der „*Cavalier pétrifié*". Knaben waren einer Jagd-Partie im Fontainebleauer Walde gefolgt; sie glaubten in einer Grotte die Formen eines versteinerten Menschen, so wie Kopf und Hals eines Pferdes gefunden zu haben. Ein Stück vom Felsen wurde abgeschlagen; Chemiker wiesen darin Spuren animalischer Materie nach (?!). Dieß erregte große Aufmerksamkeit. Speculanten kauften den Fund; sie ließen die ganze Masse hinwegnehmen, und bald zeigte man der schaulustigen Pariser Welt den „*Cavalier pétrifié du long rocher*. Wie erzählt wird, soll der Meißel im Geheimen nachgeholfen haben, wo die Natur versäumte; denn es war ein Mensch zu sehen, auf der Seite liegend, den Rücken gegen die Zuschauer gekehrt, und neben ihm ein Pferdekopf. Die Akademie der Wissenschaften mußte einen Machtspruch thun, um dem Unfug Grenzen zu setzen; die Erklärung folgte: es sey nicht im entferntesten von einer Versteinerung die Rede, sondern nur von

Digitized by Google

Sandstein-Gestalten, in denen eine aufgeregte Einbildungskraft bald diese, bald jene Aehnlichkeiten mit versteinerten organischen Körpern finden könne. — Auf solche Weise wäre es eben so gut möglich, einen ganzen Eilwagen mit Passagieren und Conducteur versteinert zu entdecken.

Unter den Thieren heutiger Zeit, unter den Pflanzen, welche gegenwärtig auf der Außenfläche unseres Planeten leben, findet man allerdings viele der Urbilder jener organischen Wesen wieder, deren Theile in Fels-Gebilden vergraben worden. Allein von der größten Mehrzahl versteinerter Körper hat sich, auch bei sorgsamster Untersuchung, nirgends eine Spur unter den jezt vorhandenen Thieren und Pflanzen nachweisen lassen. So ist man zum Resultate gelangt: daß jene Ueberbleibsel einer untergegangenen, einer ausgestorbenen Thier- und Pflanzen-Welt angehören. — Zwar herrschte früher der Glaube: keine Art organischer Wesen könne ganz untergehen auf der Erde. Christliche Forscher wollten sämmtliche Ueberbleibsel mit der Sündfluth in Verbindung bringen, und die Originalien aller versteinerten Thiere und Pflanzen in ihren nachbarlichen Gegenden wieder finden. Parteilose Prüfungen mußten solche Behauptungen als gewagte und unwahrscheinliche erkennen lassen, und der ehrwürdige Blumenbach sprach, mit dem ihm eigenen Scharfsinn, zuerst den Satz aus: daß sehr viele versteinerte Reste von gegenwärtig untergegangenen Arten herrühren. Dieser Gedanke war vom fruchtbarsten und entschiedensten Einflusse auf das Studium der Versteinerungen, wie auf das Vorschreiten der Geologie. Manche Glieder untergegangener Schöpfungen — dieß ergaben zumal aus dem Thierreiche abstammende Versteinerungen — weichen von den jetzigen nur den Arten nach ab, aber sie gehören bekannten Gattungen an. Bei sehr vielen ist dieß nicht der Fall; sie schließen sich selbst keinem bekannten Geschlechte an, sondern

Digitized by Google

sind, im Systeme unserer Zoologen, nur in einer Ordnung der gegenwärtigen Schöpfung unterzubringen.

Um Aufschluß zu erlangen über die Fragen: starben seit Erschaffung der Menschen Landthier-Arten aus? waren Menschen Zeitgenossen solcher Landthier-Arten, die verschwanden, welche wenigstens keine Repräsentanten unter der heutigen Lebenwelt zu haben scheinen? begnügte man sich nicht mit geologischen Untersuchungen des Zusammen-Vorkommens menschlicher Ueberbleibsel mit Resten ausgestorbener Thiere; auch das Studium historischer Darstellungen von Thieren bei Römern, Griechen und Aegyptern wurde benutzt, um zu sehen, was für Gestalten von Orginalien, die einst bestanden, entlehnt seyen. Mit welchem Erfolg dieß geschah, sollen Sie sogleich hören. Die, auf alten Gemälden, Denkmalen und Münzen dargestellten, Thiere sind theils Copien solcher Geschöpfe, welche einst lebten, theils Phantasie-Gebilde. Was erstere betrifft, so gelang es, ein Verzeichniß aufzustellen von Säugthieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Weichthieren (Mollusken) und Insekten, alle den Arten nach erkennbar und mit gegenwärtig noch lebenden übereinstimmend. Selbst die verschiedenen Raçen unserer Hausthiere lassen sich unterscheiden, obwohl dieselben zum großen Theile von den jetzigen Europäischen abweichen. Nun bleiben aber gewisse alte bildliche Darstellungen übrig, welche weder etwas Phantastisches an sich tragen, noch mit uns bekannten Arten übereinstimmen; diese müßten daher als ausgestorbene betrachtet werden. — Was die mythologischen Thiere der Alten betrifft, so ging man von der, keineswegs unzweifelhaften, Behauptung aus: es seyen die einzelnen Theile gewisser bestimmter Geschöpfe getreu nachgebildet. Bei Griechen und Römern erhielten zusammengesetzte Thiere, wenn Kopf oder Rumpf den menschlichen nachgebildet waren, stets Füße anderer Art, wie

Digitized by Google

solche denselben ihrer mythologischen Natur, der ihnen angedichteten Lebensweise, zusagen mußten. Die Aegypter dagegen gaben sich ganz der Einbildungskraft hin, so daß man kaum einer Thierart Wirklichkeit zuschreiben kann.

Ist aber die Zahl der Thiere, welche man als untergegangen betrachtet, nicht zu groß? Lebten die nun ausgestorbenen Geschöpfe nicht meist auf dem Lande, so daß man hoffen dürfte, einst deren Urbildern im Innern von Afrika und Amerika zu begegnen, oder sie in Australien zu treffen? – Um Zweifel, wie diese, zu entfernen, bemerke ich, daß wir in neuern Jahren immer vertrauter geworden mit jenen fernen Ländern, ohne Spuren vorweltlicher Thiere zu finden; aus Polynesien namentlich wurden uns wunderbare Geschöpfe zugeführt, aber nicht eines, das mit den Riesen-Gestalten früherer Zeiten vergleichbar wäre.

Es ist keine leichte Aufgabe, fossile Reste mit noch lebenden Geschöpfen zu vergleichen; eigene Studien werden dazu erfordert. Einzelwesen variiren im lebenden, wie im versteinerten Zustande, innerhalb gewisser Grenzen; Analogieen können mitunter auch bloß willkürliche seyn. Indessen geschah, seit einigen Jahrzehnden, das Unerwartete. Durch die Zoologie, verbunden mit vergleichender Anatomie, wurde neues Licht verbreitet über das Thierleben in alter Zeit, und zugleich über denkwürdige Umwälzungen der Erdrinde. Zwei Klassen zumal, Säugethiere und Reptilien, gewährten ein sehr entschiedenes Anhalten. Mit Untersuchung der fossilen Ueberbleibsel vom Elephanten, Rhinoceros, Hippopotamus begann Cuvier die Beweis-Führung, daß ganze Thier-Generationen, während jener Umwälzung, untergingen. Langjährige Uebung brachte den großen Meister dahin, unter vielen zerstreuten Gebeinen diejenigen herauszufinden, welche in einem Thiere vereinigt gewesen, ein Zahn, ein besonders bezeichnender Knochen, reichten in manchen Fällen hin, um

Digitized by Google

auf das ganze Thier schließen zu können. So gelang es, indem jeder einzelne Knochen mit dem Theile wieder zusammengebracht wurde, welchem er ursprünglich verbunden gewesen war, Gestalten herzustellen, die Staunen erregten, Formen, von denen man keine Vorstellung gehabt, die von allen lebenden Vorbildern abwichen. Cuvier untersuchte und ordnete die Reste von ungefähr hundert urweltlichen Thieren, darunter über siebenzig Arten, die den Naturforschern gänzlich unbekannt geblieben.

Nicht im entferntesten habe ich die Absicht, eine Aufzählung aller, bis jezt in Schichten und Bänken unserer Erdrinde, so wie in Höhlen, entdeckten Ueberbleibsel von Arten und Gattungen der verschiedenen Thier-Klassen zu versuchen. Eine solche Zusammenstellung würde Viele unter Ihnen ermüden und nicht zweckmäßig seyn. Mit den, für die mannigfaltigen Fels-Bildungen besonders wichtigen, Petrefakten wollen wir uns später vertraut machen. Hier nur einige Andeutungen, einzelne Beispiele und Hinweisungen.

Reste von Thieren, die im Wasser leben, besonders nahe an Küsten, werden sehr häufig zwischen Gestein-Bänken begraben gefunden, eingeschlossen in Felslagen. Viele unter ihnen waren vorzugsweise geeignet, den Streit der Elemente zu überdauern, welcher bei Erd-Umwälzungen stattgefunden.

Von besonderer Wichtigkeit für geologische Forschungen zeigen sich Ueberbleibsel von Mollusken, von Zoophyten und Fischen.

Unendlich groß ist die Menge der Schalthier-Reste. Mächtige, weit verbreitete Felsmassen sind oft so damit erfüllt, daß versteinerte Mollusken-Gehäuse, wie Sie wissen, den wesentlichsten Theil ausmachen. Viele merkwürdige Geschöpfe der Vorwelt trifft man darunter; zahlreiche Gattungen und Arten, theils ältere, theils neuere Gebirgs-Gebilde bezeichnend, nehmen, obwohl seit früher

Digitized by Google

Zeit bekannt und beachtet, fortdauernd die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch. — Um eine der sonderbarsten Meinungen nicht unberührt zu lassen, so hinsichtlich der fossilen Schalthier-Ueberbleibsel bestanden, will ich noch beifügen, daß Voltaire beharrlich beim Glauben blieb: die Austerschalen, welche man an erhabenen Stellen im Jura-Gebirge trifft, wären theils von den Römern zurückgelassen worden, die bekanntlich große Austern-Freunde gewesen, theils stammten solche von Pilger-Hütten ab.

Gleich den Mollusken-Schalen, und noch leichter, gingen Gehäuse zahlloser Zoophyten — die festen, Pflanzen-ähnlichen Gerüste, deren Bewohner ihren Aufenthalts-Ort nicht willkürlich ändern können — ins Steinreich über. Die allerzerbrechlichsten Wesen finden wir in ihrer Gestalt vollkommen erhalten. — Die harten Unterlagen aller Pflanzenthiere (Zoophyten) sind Meeres-Erzeugnisse; sie kommen im süßen Wasser nicht vor. Ihre Reihe fängt mit Bildungen an, die scheinbar nichts Thierisches haben. Was bemerkenswerth, ist, daß fast sämmtliche noch lebende Gattungen in frühern Weltaltern schon vorhanden waren; aber nicht wenige Gattungen, die wie ihre versteinerten Ueberreste beweisen, einst da gewesen, werden jezt vermißt; sie sind untergegangen, ausgestorben.

Fossile Fische gehören zu den keineswegs seltenen Erscheinungen. Ihre nähere Kenntniß gewährt eigenes Interesse und ist von nicht gewöhnlicher Wichtigkeit. Zoologen und Geologen gaben sich gemeinschaftlich den gründlichsten Untersuchungen hin; und so wurde, von den ältern unter den neptunischen Fels-Gebilden, bis zu den neuern, eine Reihe versteinerter Fisch-Arten nachgewiesen, deren Zahl gegenwärtig schon achthundert übersteigt. Ihrem ganzen Wesen nach waren jene Geschöpfe auf's Innigste an das Element geknüpft, in dem sie leben, an das

Digitized by Google

Wasser; darum vermögen sie am besten die Aenderungen anzudeuten, welche dieses Flüssige, seiner Beschaffenheit nach, während der Bildungs- und Umbildungs-Zeit der Erd-Rinde, erfuhr. Bewohner der Meere, der See'n, der Flüsse lassen sich wohl unterscheiden. Ebenso die Fische, denen ihr Aufenthalt an Küsten, oder in den Tiefen des Oceans angewiesen war; jene, die wärmern Himmelsstrichen zugehörten, und andere, welche in gemäßigten Zonen lebten. Mitunter finden sich die Thier-Reste, ohne daß ihre Körper durch die Last überdeckender mächtiger Gestein-Massen sehr zusammengepreßt worden. Man sieht Fische mit ausgebreiteten Floßen, als wären dieselben im Schwimmen begriffen gewesen, wie der Tod sie übereilte. In andern Fällen haben die Geschöpfe eine gekrümmte, unnatürliche Lage; diese oder jene Theile sind zerrissen, die Köpfe zerdrückt. Bald werden Gerippe getroffen; die knorpeligen, die fleischigen Theile verschwanden, nur die knochigen blieben zurück; bald glaubt man, auf den ersten Blick, bloße Abdrücke zu sehen, wo genauere Untersuchung hervorstehende glänzende Schuppen erkennen läßt, so wie Köpfe und Floßen. Nicht Fisch-Skelette allein, wie wir solche versteinert treffen, auch die Fleisch-Theile waren, als der Uebergang zum fossilen Zustande erfolgte, noch so vollständig erhalten, daß sie, obwohl bei der Gestein-Bildung meist zerstört, dennoch die Formen-Umrisse der Körper mehr und weniger getreu in der Felsart wiedergaben. Bronn bemerkt das ausdrücklich vom „Fisch-Schiefer des *Monte Bolca*". Nach diesem gründlichen Beobachter darf man deßhalb keineswegs immer annehmen: daß die Thiere sehr allmählig von der Gestein-Bildung erfaßt worden; daß Zeit gewesen zu ihrer Auflösung bis auf die Knochen. — Eines der denkwürdigen Beispiele zahlloser Fische, die auf sehr beschränktem Raume untergingen, gewährt dieser berühmte *Monte Bolca* am südlichen Alpen-Gehänge unfern Vicenza. Wie man denn früher

Digitized by Google

überhaupt ungemein raſch verfuhr, und verſteinerte Fiſche ganz oben hin, den heutigen Tages noch lebenden verglich, und ſie darnach benannte, ſo war dieß auch bei jenen vom Bolca-Berge der Fall. Nicht ohne Verwunderung werden Sie hören, daß von den daſelbſt in Fels begrabenen einhundertſiebenundzwanzig Arten keine mit einem der jezt noch lebenden Fiſche vollkommen übereinſtimmt; früher ließ man die verſteinerten Ueberbleibſel in den Kalk-Schichten jenes Berges aus allen Welttheilen abſtammen; Fiſche, wie ſolche heutiger Zeit in den Waſſern von Europa, Aſien, Afrika und Amerika leben, wollten ältere Naturforſcher im *Monte Bolca* gefunden haben. Die Fiſche liegen übrigens hier nicht zwiſchen ſchon getheilten Gebirgs-Schichten, ſondern inmitten des leicht theilbaren Kalkſchiefers ſelbſt. Ohne Ausnahme ſieht man ſie, mit ihrer größten Fläche, Seite oder Bauch, den Schichten parallel; ihre Abſetzung dürfte demnach keineswegs unter großer Unruhe geſchehen ſeyn, auch die Bildung der Kalk-Schichten nicht ſehr plötzlich ſtattgefunden haben; denn ſonſt müßten wir die Fiſch-Körper in ganz verſchiedenen Lagen feſt gehalten ſehen. — Beſondere Aufmerkſamkeit erweckten von jeher die verſteinerten Fiſch-Zähne (*Glossopetrae*). Hinſichtlich ihrer waren die ſonderbarſten Fabeln in Umlauf. Nach einer alten Volksſage in Krain waren es „Teufels-Nägel"; Nägel, die der Böſe ſich in Höhlen und Spalten der Berge abgeſchnitten. Auf Maltha, wo ſie in unſäglicher Menge gefunden werden, ſollte Paulus alle Augen und Zungen von Schlangen in Stein verwandelt haben. Andere ſahen die Fiſchzähne, je nach dem Vielartigen ihrer Form und Größe, für petrificirte Kaſtanien an, oder für ausgefallene Hexen-Zähne. Man ließ ſie, Schwämmen gleich, aus der Erde wachſen; und heilſame Kräfte wurde ihnen in verſchiedenen Krankheiten zugeſchrieben.

Digitized by Google

Daß auch Infusorien, Aufguß-Thierchen*, im fossilen Zustande vorkommen und meist ziemlich gut erhalten, ist eine schöne Entdeckung neuester Zeit**. Infusorien, Wesen von höchster Kleinheit, und gleichsam das ganze Thierreich beschließend, sind dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar; ihre Größe beträgt nur den sechsten Theil von der Dicke eines Menschenhaares. Und gewisse Gesteine bestehen fast ganz aus den kieseligen Gerippen oder Panzern jener Thiere. Sie sind, wie sorgsame mikroskopische Untersuchungen dargethan, Haufwerke dicht gedrängter Infusorien, ohne alles Bindemittel. Dieß ist unter anderm der Fall beim Polirschiefer — einem durch basaltische Gluht umgewandelten Töpferthon — aus der Gegend von Bilin in Böhmen und bei dem vom Habichtswald unfern Kassel. In einem Kubikzoll der ersten Felsart sind, so will man durch Rechnung gefunden haben, 41.000 Millionen Infusorien enthalten. Ebenso besteht die sogenannte Kieselguhr von *Isle de France* und von Franzesbad bei Eger fast ausschließlich aus sehr rein durchsichtigen Infusorien-Panzern. Man nennt jene feinerdigen Mineralien Guhren, weil dieselben, einer gährenden Substanz gleich, aus dem Boden hervorquellen. Noch ist zu bemerken, daß die große Mehrzahl bis jezt beobachteter fossiler Infusorien gegenwärtig lebenden Gattungen angehören.

Von Reptilien-Resten sind viele den längst verschwundenen Wesen beizuzählen. Zum Theil weichen sie von Allem ab, was unsere heutige Thierwelt aufzuweisen hat: es sind wunderbare

---

* Man nennt die höchst beweglichen Wasser-Geschöpfe so, weil sie sich erzeugen, wenn Wasser auf animalische oder vegetabilische Körper gegossen wird und eine Zeit lang darüber stehen bleibt. Alle stagnirenden Wasser enthalten Infusorien.

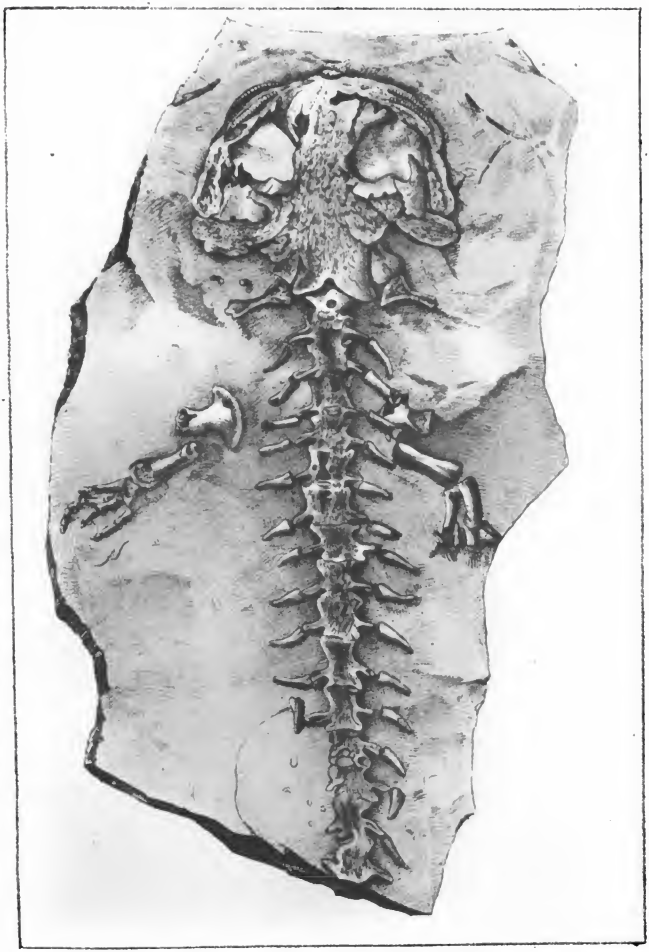
** Man verdankt solche dem Herrn Chr. Fischer in Birkenhammer bei Karlsbad. Weiter verfolgt, und öffentlich bekannt gemacht, wurden die interessanten Beobachtungen von Prof. Ehrenberg zu Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

XIII



Digitized by Google

Formen an die phantastischen Schöpfungen alter Fabellehren erinnernd. Darum darf es Sie nicht wundern, daß einige Ueberbleibsel fliegender Reptilien früher den Vögeln beigezählt wurden. Jene seltsamen Thiere — so scheint aus der genauen Betrachtung ihrer, in Felsbänken eingeschlossenen, Gebeine hervorzugehen — waren, während drei oder vier Perioden der Erdrinde-Bildung, fast im Allein-Besitze mancher sumpfigen Ebenen. An gewissen Küsten Englands und Frankreichs, so wie in mehreren Gegenden des Festlandes, hausten einst Krokodilen-ähnliche und Eidechsen-artige Geschöpfe mitunter von wahrer Riesen-Größe, und sehr raubgierig, wie der Bau ihrer fossilen Zähne beweist. — Ueberbleibsel von Schildkröten, den Arten nach keineswegs immer leicht bestimmbar, Bewohner des Meeres, der Flüsse, der Sümpfe und des Landes, werden, obwohl im Ganzen selten, dennoch stellenweise zahlreicher gefunden, als Gebeine Krokodilen-artiger Thiere, mit denen sie übrigens von gleichem geologischem Alter seyn dürften. — Frösche- und Kröten-Reste kommen äußerst sparsam vor. Die Geschöpfe waren zu zart, um gewaltsame Katastrophen zu überdauern. — Noch seltner sind Spuren von Schlangen. Vieles von dem, was man dafür ausgegeben, ist ungewiß, zweifelhaft, wie namentlich manche sonderbare, gewundene, Schuppenlose Körper in den ältesten Sandstein-Ablagerungen.

Daß die Bewohner der Luft wenig häufig versteinert zu treffen sind, kann nicht befremden. Vögel vermochten sich, leicht und schnell, aus einer Gegend in die andere zu versetzen; so entgingen sie öfter den zerstörenden Natur-Ereignissen, bei welchen andere Thiere umkamen. Hin und wieder liegen Vögel-Gebeine in Höhlen, auch eingeschlossen in gewissen Conglomeraten und in manchen neuen Kalk- und Gyps-Bildungen. Ferner kennt man Abdrücke von Federn, und in der Auvergne Eier, in erhärtetem kalkigem Schlamme versenkt. Die genauere Bestimmung solcher

Digitized by Google

Ueberbleibsel ist indessen besonders schwierig, da gerade jene Theile, welche das sicherste Anhalten gewähren, Köpfe, Schnäbel, Füße, bis jezt nicht versteinert gefunden worden.

Zu den äußerst seltenen Versteinerungen gehören auch die eigentlichen Insekten; sie waren zu leicht der Zerstörung ausgesetzt. An einigen Orten kommen indessen wohl erhaltene Libellen — Wasser-Nymphen, wie solche unsere Teiche umschweben — mit ausgebreiteten Flügeln in kalkigen Schichten vor. Offenbar wurden diese schwachen Wesen am Orte ihres Unterganges geboren und müssen sehr plötzlich getödtet worden seyn. Zu den, in neuester Zeit nachgewiesenen, Thatsachen gehört die Gegenwart fossiler Spinnen inmitten einer Englischen Steinkohlen-Ablagerung, und bei Tharandt, unfern Dresden, entdeckte B. Cotta einen Tausendfuß (*Julus terrestris*) als jugendliche Versteinerung in Kalksinter, der eine Spalte im Gneiße ausfüllt. Nicht zu übersehen ist, daß die fossilen Insekten meist solche sind, deren verwandte Arten heutigen Tages leben. So findet sich namentlich jener Tausendfuß, dieselbe Art, gegenwärtig noch um Tharandt; der Kalksinter ist ein sehr neues Gebilde; fiel das Insekt, vor einigen Jahrhunderten, in eine offene Gneiß-Spalte, so ist die Sache leicht erklärbar. — Sie wissen, daß von den, durch Bernstein umflossenen und in Bernstein eingeschlossenen, Insekten erst später die Rede seyn wird.

Von Krusten-Thieren (Crustaceen) kommen Krebse in verschiedenen, meist jungen Felslagen vor, während man in den ältesten Kalk-Gebilden die Trilobiten findet, die ehemals sogenannten Käfer-Muscheln, welche, zur Zeit, wie man noch des Glaubens war, nichts sey leichter, als Versteinerungen auf ihre Urbilder zurückzuführen, großes Staunen erregten. Es hatten nämlich diese Geschöpfe unter der Lebenwelt durchaus ihres Gleichen nicht; darum

Digitized by Google

blieb die Stelle zweifelhaft, wo sie im Systeme einzureihen seyen; dieß veranlaßte die Benennung: *Entomolithus paradoxus.*

Wenden wir uns nun zu den fossilen Säugethier-Resten. — Zuvörderst die Bemerkung: daß diese Ueberbleibsel es sind, wovon nicht wenige, in mehrfacher Hinsicht, den denkwürdigsten versteinerten Organismen beigezählt werden müssen. Für jezt nur allgemeine Betrachtungen; ich begnüge mich, einige der wichtigsten Verhältnisse hervorzuheben.

Unter den Meeres-Säugethier-Resten (Cetaceen) gedenke ich vor Allem der Kopf-Knochen des Wallfisches, die, vor beinahe sechszig Jahren, mitten in Paris, in einem Keller ausgegraben wurden. Zähne und andere Gebeine dieses Riesen-Thieres gehören übrigens zu den äußerst seltenen Erscheinungen. Sie liegen mitunter zwischen Haufwerken von See-Konchylien. Im Piacentinischen, einem Lande, wo, in vergleichungsweise neueren Zeiten, Meeres-Einbrüche statt hatten, fand man einige Wallfisch-Gerippe und Delphinen-Skelette.

Aus der Ordnung dickhäutiger Thiere, der Pachydermen, erregten viele gewaltige Geschöpfe von sonderbarer Gestalt seit früher Zeit die Aufmerksamkeit des Volkes, und nahmen die Beachtung der Naturforscher in Anspruch. Elephant, Rhinoceros, Nilpferd und andere, deren fossile Gebeine im aufgeschwemmten Boden vorkommen, gehören ausgestorbenen Arten an. Ihr Untergang fällt in einen und denselben geologischen Zeitraum, er wurde durch eine Katrastrophe herbeigeführt; denn überall sieht man jene kolossalen Ueberbleibsel beisammen, in den nämlichen Gebirgs-Lagen.

Am längsten bekannt ist das Mammut, der urweltliche Elephant. Schon Theophrast unterschied gegrabenes Elfenbein. Zähne und Knochen finden sich, in und außer Europa, auf Continenten und Inseln, öfter in ebenen Landstrichen, seltner

Digitized by Google

auf Gebirgen. Am Kreutzberge bei Berlin grub man, in 60 Fuß Tiefe, Mammut-Stoßzähne aus dem Boden; bei Kanstadt, unfern Stuttgart, und am Tieder-Hügel, nicht weit von Braunschweig, lagen Knochen von mehreren Gerippen beisammen. In der Schweitz und in Italien werden solche Ueberbleibsel getroffen, in Frankreich, England und Spanien, in Polen und Schweden, auf Island und in Amerika. Die reichste Fundstätte aber ist Rußland. In unsäglicher Menge liefert besonders Siberien Mammut-Stoßzähne. Dagegen vermißt man sie in Ländern, wo zu heutiger Zeit Elephanten leben. — Sind in solchen Regionen nie fossile Reste der Art vorhanden gewesen? Oder wurden die aufgefundenen nicht besonders beachtet, in der Meinung: sie seyen nichts Ungewöhnliches? — Wie ich Ihnen früher sagte, so war die Haut des, zwischen Eisschollen entdeckten, Mammuts mit Haaren und mit dicker Wolle zugleich bedeckt; deutet dieser Umstand darauf hin, daß die Natur jenen Thieren ausschließlich den Norden zur Wohnstätte angewiesen? Waren sie in gewisser Nähe von den Tropen nie vorhanden? Ueber Fragen der Art müssen wir Aufschlüsse erwarten von Naturforschern, welche die heiße Zone, den Erdstrich zwischen beiden Wendekreisen, zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen werden. — Nachdem die wahre Natur der Mammut-Gebeine, welche, wie Sie hörten, früher zu mannigfaltigen irrigen Ansichten Stoff gaben, erkannt worden, lag die Meinung sehr nahe: es seyen jene Zähne und Knochen Ueberreste der Elephanten, die auf Zügen der Römer und Karthager gedient. Noch vor zehn Jahren stellte Ranking, ein gelehrter Britte, der lange Zeit Resident in Hindostan und in Rußland gewesen, solche Behauptungen auf. Er ging in historische Forschungen ein über Kriege und Jagden, über religiöse Ceremonien und über Spiele von Mongolen und Römern, in denen Elephanten und andere wilde Thiere gebraucht,

Digitized by Google

oder getödtet worden. Er verglich Orte und Gegenden, wo jene Kämpfe, Feierlichkeiten und Belustigungen statt hatten, mit den Stellen in Europa und in Siberien, an denen man Mammut-Ueberreste gefunden. Bekanntlich errichteten die Römer überall, wo sie Besatzungen hatten, Amphitheater und gefielen sich in den Würgereien der Thier-Kämpfe. Ranking glaubt nun, daß man stets in der Nähe dieser Amphitheater Gebeine wilder Thiere finde. Allein damit stimmt die Menge von Mammut-Resten keineswegs überein, welche in Gegenden Deutschlands entdeckt wurden, wohin die Römer nicht vordrangen; und was der geäußerten Vermuthung jede Wahrscheinlichkeit benimmt, das sind die zahllosen, über ganz Siberien zerstreuten Reste. — — Noch habe ich Ihnen zu sagen, daß Mammut-Zähne und Knochen nicht versteinert im strengsten Wortsinne vorkommen, wohl aber mit Kalktuff überrindet, und hin und wieder sieht man auch Korallen, welche sich an Ueberbleibseln der Art festsetzten. Aus letzterm Umstande geht der Beweis hervor, daß gewisse Mammut-Gebeine eine Zeit lang vom Meeres-Wasser bedeckt gewesen.

Ueber die Unterschiede zwischen dem „urweltlichen Elephanten", dem Mammut, und dem gegenwärtig in Indien und Afrika lebenden, sollen Sie später genügende Auskunft erhalten.

In einer Zeit mit dem Mammut war das Mastodon vorhanden; sehr häufig sieht man Gebeine beider Thiere beisammen. Dem Elephanten, was Gestalt und Größe betrifft, zunächststeheud, ist das Mastodon, in mehr als einer Rücksicht, keineswegs weniger merkwürdig. Auch darf ich nicht vergessen, Ihnen zu sagen, daß Nord-Amerikanische Völkerschaften ihre aberglaubischen Meinungen in Betreff der fossilen Mastodon-Gebeine haben, wie die Bewohner Siberiens hinsichtlich der Mammut-Knochen. Das Riesen-Thier, so erzählt die Fabel, lebte gleichzeitig mit verhältnißmäßig nicht weniger großen Menschen; aber das höchste Wesen

Digitized by Google

tödtete beide, Mastodonten und Menschen, durch Blitzschläge. — Keine der Arten, in welche Zoologen die Mastodon-Gattung, nach den fossilen Ueberbleibseln, trennen, hat unsere Zeit erreicht; alle sind ausgestorben. Am berühmtesten unter ihnen ist jene, deren Reste im Sumpf-Lande am Ohio-Ufer entdeckt worden; daher der Name Ohiothier. Alexander von Humboldt fand Mastodon-Gebeine im Andes-Gebirge nicht weit von Quito, so wie unfern *Santa Fe de Bogota* in 8000 Fuß Höhe über dem Meeres-Niveau. — Bei *Simorre* in Languedoc grub man ehedem, durch Kupferoxyd schön blaugrün gefärbte, Mastodon-Zähne aus dem Boden, die als Türkise zum Schmuck verarbeitet wurden. Früher galt nämlich der Türkis, ein eigenthümliches Mineral ziemlich allgemein als eine Versteinerung; es muß jedoch von jenem ächten Türkis der „Zahn-Türkis", „*Turquoise odontolithe*", unterschieden werden. Zu letztem gehört der in Languedoc ausgegrabene; er ist im Vergleich zum ächten, zum Mineral-Türkis, daran leicht zu erkennen, daß innere Streifen, Blättchen u. s. w. den Knochen-artigen Bau verrathen.

Ueber Rhinoceros, Elasmotherium und Hippopotamus brauche ich weniger ausführlich zu seyn.

Sie erinnern sich aus der vierzehnten Vorlesung, daß man, im gefrorenen Sande am Wilui, ein Nashorn mit Haar-, Haut- und Fleisch-Bedeckung gefunden. Fast in allen Ländern, wo fossile Ueberbleibsel vorweltlicher Elephanten vorkommen, werden auch Rhinoceros-Reste getroffen, jedoch nicht so häufig. Eine der ausgestorbenen Arten war größer, als die noch lebenden. — Was das Elasmotherium betrifft, so kann ich nicht viel darüber sagen. Man hat nur eine Unter-Kinnlade aufzuweisen, die angeblich aus Siberien stammt. Wie es scheint, stand die gänzlich verschwundene Thierart dem Rhinoceros nahe.

Gebeine vom Hippopotamus, vom Nil- oder Flußpferd,

Digitized by Google

kommen in Deutschland, Frankreich und England vor, besonders häufig aber im obern Arno-Thale in Italien. Eine der Arten ist dem, gegenwärtig in Aegypten lebenden, Nilpferde ähnlich; andere erreichten, wie die fossilen Ueberbleibsel ergaben, nicht die Größe eines Schweins.

Gebeine von Schweinen, mit denen jezt lebender Thiere nicht ganz übereinstimmend, liegen eingeschlossen im Schlamme mancher Höhlen.

Dieses sind die wichtigeren unter den, im aufgeschwemmten Lande gefundenen, Resten von dickhäutigen Thieren. Um Ihnen den Beweis zu geben, daß die Reihe keineswegs für geschlossen anzusehen, muß ich der neuesten Entdeckung gedenken. Bei Eppelsheim unfern Worms, einer höchst merkwürdigen Gegend, die Gebeine vorweltlicher Geschöpfe in überraschender Menge geliefert, hat man Reste eines der größten Thiere ausgegraben, eines seltsamen Wesens, das mit den übrigen keine Verwandtschaft hat. Es ist Kaup's *Dinotherium*, über das Sie bei den Diluvial-Ablagerungen Näheres hören sollen. A. von Klipstein fand im Frühlinge 1836, was bis dahin nicht vorgekommen war, einen beinahe vollkommen erhaltenen Oberkopf, der sechs Fuß Länge hat und an der breitesten Stelle drei und einen halben Fuß mißt. Den merkwürdigen Unterkiefer, vorn mit zwei langen abwärts gekrümmten Stoßzähnen, kannte man schon früher.

Wir haben nun zunächst andere Pachydermen zu betrachen, welche in frühern Erd-Perioden lebten; die nicht mehr vorhanden waren in der Zeit, wo der Mensch auftrat. Jahrhunderte können verstrichen seyn, seit ihre Gebeine, umschlossen von Fels-Bänken, unter Meeres-Trümmern begraben lagen, und Mammute sich an den nämlichen Stellen herumtrieben. Von solchen untergegangenen Thier-Gattungen hat man im Gypse bei Paris allein nachgewiesen: *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Lophiodon*,

Digitized by Google

Chaeropotamus, *Adapis*. Unerwartete, merkwürdige Entdeckungen, wie diese, mußten allgemeines Interesse wecken. Ich kann nicht umhin, Ihnen hier schon einige Worte über das *Palaeotherium* zu sagen. Knochen und Zähne dieses „alten Wildes" — so viel soll der Name bedeuten — werden am häufigsten getroffen. Bei Paris müssen sieben Arten gelebt haben; die größte derselben kam dem Pferde gleich. Es scheinen die Paläotherien zwischen Nashorn und Tapir in der Mitte gestanden, und sich in Sümpfen aufgehalten zu haben. Auch an andern Orten, in und außerhalb Frankreich, wurden Paläotherien-Gebeine getroffen. — Noch will ich beifügen: daß man am *Montmartre* vom *Anoplotherium* — „unbewaffnetes Thier", wegen der nicht hervorstehenden Eckzähne — ein fast vollständiges Gerippe ausgrub.

Unter denselben Verhältnissen, wie Elephanten- und Rhinoceros-Reste, gemengt mit ihnen, kommen Zähne und andere Gebeine von Pferden in großer Menge vor. Die Pferde der alten Welt waren den unsrigen sehr ähnlich, nur größer. Vieles, was von Ueberbleibseln dieser Thiere im neuesten aufgeschwemmten Lande zu sehen ist, stammt indessen aus weit spätern Zeiten.

Von allen fossilen Resten wiederkauender Thiere sind jene des Hirsches mit gigantischem Geweih die berühmtesten. Sie gehören einer ausgestorbenen Art an, die jedoch spät unterging, denn hier und da findet man die Ueberbleibsel zugleich mit roh gearbeiteten Booten. In Ireland muß das Riesen-Elenn häufiger als irgendwo gewesen seyn; aus dem Boden eines Obstgartens von nicht beträchtlicher Größe wurden, im Verlauf von zwanzig Jahren, die Gebeine von mehr als dreißig Thieren solcher Art ausgegraben und zwar ganz zufällig. Man hat Geweihe des Riesen-Elenn, an denen die äußersten Spitzen zwölf bis vierzehn Fuß auseinander standen.

Auch Gebeine von Ochsen sind besonders zahlreich. Heutigen

Digitized by Google

Tages gibt es acht Ochsen-Arten, die vorzeitigen waren auf drei beschränkt. Ihre fossilen Gebeine, wie solche in Deutschland, Italien, Sicilien, und im nördlichen Amerika getroffen werden, weichen, die Größe abgerechnet, wenig von den gegenwärtig noch lebenden ab. Eine der drei Arten steht dem, in den Wäldern Litthauens vorhandenen Auerochsen sehr nahe; eine zweite kommt mit unsern gewöhnlichen Ochsen am meisten überein; die dritte, wovon Hörner und Knochen in Amerika ausgegraben werden, hat die größte Aehnlichkeit mit dem Bisamochsen.

Ueber eine Entdeckung aus neuester Zeit, muß ich wenige Worte einschalten. Es ist die des *Sivatheriums*, wovon man einen Schädel am Fuße des Himalaya-Gebirges gefunden. Das Thier war ausgezeichnet durch seine Größe — welche jener des Elephanten nahe kommt — und eine kurze dicke Gestalt; die Backenzähne denen der Wiederkauer ähnlich; zwischen den Augen zwei Hörner, und wahrscheinlich hinter diesen noch zwei andere. Dagegen zeigen sich die Augenhöhlen groß, wie bei Dickhäutern, und die Nasenbeine Schnabel-förmig gebogen, wie bei jenen unter ihnen, die mit beweglichem Rüssel versehen sind. Das *Sivatherium* bildet so eine Uebergangs-Form von den Wiederkauern (Antilope, Giraffe) zu den Pachydermen (Rhinoceros, Tapir).

Von den Raubthier-Ueberbleibseln werde ich reden, wenn ich Ihnen die Grotten schildere, deren viele berühmt sind wegen ihrer zahllosen Bären- und Hyänen-Gebeine.

Nagethier-Reste gehören zu den weniger zahlreichen. Sie liegen eingeschlossen in Gestein-Schichten, oder setzen, zugleich mit andern fossilen Knochen, Conglomerate eigener Art, die sogenannten Knochen-Breccien, zusammen. Gebeine eines großen Bibers kommen im aufgeschwemmten Lande vor.

Endlich habe ich aus der, in mancher Hinsicht merkwürdigen, Ordnung der Faulthiere zweier gigantischen Geschöpfe zu

Digitized by Google

gedenken, mit denen wir durch neuere Unterſuchungen vertrauter wurden. Ich rede vom Megatherium und vom Megalonix. Jenes, das Rieſen-Faulthier, mit einer Panzer-Rüſtung verſehen, hat ungefähr Rhinoceros-Größe. Seine Ueberbleibſel liegen im aufgeſchwemmten Lande in Süd-Amerika, in Braſilien, in Paraguay und Buenos-Ayres begraben. Der Zufall führte ſchon frühe zur Entdeckung eines faſt vollſtändigen Gerippes: ein Landmann, welcher längs des Solado-Ufers bei Buenos-Ayres wanderte, ſchleuderte einen Spieß nach einem, zur Hälfte im Strome verborgenen, Gegenſtande. Er zog das Becken des ungeheuern Thieres ans Ufer. Nun lenkte man, vermittelſt eines eigends angelegten Dammes, den Solado von ſeinem gewohnten Laufe ab; Knochen, Zähne, Klauen wurden in einer Lage blauen Thones getroffen und aus Königliche Muſeum zu Madrid abgeliefert. — Das Megalonyx-Gerippe fand ſich in einer Virginiſchen Höhle. Waſhington, der Held des Nord-Amerikaniſchen Freiſtaates, war es, welcher zuerſt die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher den intereſſanten Ueberbleibſeln zuwendete.

Was über foſſile Menſchen-Reſte zu ſagen wäre, wollen wir für eine der nächſten Vorleſungen aufſparen, und ihr Erſcheinen im Zuſammenhange mit den verſchiedenen Perioden der Erdrinde-Bildung betrachten.

Ich glaube Sie nun überzeugt zu haben, daß die Geſchichte der Thiere, welche, von älteſter Zeit bis auf unſere Tage, einander folgten, als Bewohner der Erd-Oberfläche, großes Intereſſe gewährt. Nicht weniger anziehend und reichhaltig, eben ſo denkwürdig, iſt die Geſchichte der Pflanzen, die, und ſtellenweiſe in unſäglicher Menge, in ältern und neuern Perioden, gleich den Thieren untergingen, deren Ueberbleibſel zwiſchen Geſtein-Bänken und Fels-Schichten begraben liegen. Durch weitern Verfolg des Studiums verſteinerter Pflanzen-Reſte dürfen wir hoffen, mehr

Digitized by Google

und mehr Aufschluß zu erhalten über die verschiedenen Zustände der Erdrinde während einer stürmischen, viel bewegten Zeit; wir sehen die Uebergänge von Insel-Land zu Küsten-Land und Festland angedeutet; wir erkennen und ahnen vielartige Störungen durch plutonische und vulkanische Ereignisse während des Verlaufes langer Perioden. — Zwar ist, im Vergleich zum Studium thierischer Reste, jenes der fossilen Pflanzen neu; erst im vorigen Jahrhundert fing man an, sich ernstlicher damit zu beschäftigen. Aber schon sind die Resultate höchst wichtig. Einmal haben wir den Beweis erlangt, daß es mit Entwickelung der Pflanzenwelt, im Verlauf der Erdrinde-Bildung, sich ungefähr eben so verhält, wie mit jener des Thierlebens. Zuerst traten, und zwar bei weitem in überwiegender Menge, Gewächse von sehr einfachem Bau auf; sie wurden verdrängt durch neue, ihnen fremde, vollkommenere Pflanzen. Und solche Ereignisse wiederholten sich zu mehreren Malen. Eine andere, in geologischer Hinsicht noch bedeutungsvollere Ueberzeugung, welche die fossile Flora gewährte, ist: daß eine und dieselbe Pflanzen-Art nur höchst selten in zwei verschiedenen Gestein-Bildungen vorkommt, daß sie in zwei Formationen gefunden wird, welche durch eine, oder durch einige andere Ablagerungen geschieden sind*.

In großer Mannigfaltigkeit rief die Natur Pflanzen hervor, und unter den nämlichen Verhältnissen stets gleiche oder ähnliche. Pflanzen sind an den Boden gefesselt, der sie trägt, und vom Klima nicht unabhängig. Ohne besonders eingeweiht zu seyn in die Botanik, wird man kaum die Unterschiede übersehen, welche z. B. die gesammte Pflanzen-Welt am Ufer des Mittelländischen Meeres, oder an den Küsten von Nord-Frankreich wahrnehmen

* Mit besonderem Danke erkenne ich die mündlichen Belehrungen, und die handschriftlichen Mittheilungen, welche mir, für den Gegenstand, über den ich jetzt rede, vom Herrn Grafen Kaspar von Sternberg geworden sind.

Digitized by Google

läßt, ist Gelegenheit geboten, sie mit jener der Hochalpen, oder gewisser Gegenden Schwedens zu vergleichen. Ursprünglich befand sich jede Pflanze in ihrem eigenthümlichen Klima, in ihrem eigenthümlichen Boden. Aus der Aehnlichkeit gewisser urweltlicher Gewächse, mit denen, die jezt in warmen Regionen zu finden sind, müssen wir den Schluß entnehmen, daß sie ihren vegetativen Kreislauf unter solchen atmosphärischen Bedingungen begonnen und beschlossen haben. Die frühesten Pflanzen wuchsen auf Inseln, zerstreut inmitten eines weithin ausgedehnten Meeres, Inseln, die das Wasser nur wenig überragt haben dürften. Heutigen Tages noch gedeihen Baum-artige Farenkräuter am besten unter sehr warmen und feuchten Himmelsstrichen. Beispiele gewähren die Südsee-Eilande.

Jene Pflanzen, deren fossile Ueberbleibsel uns beschäftigen, wuchsen meist da, sie wurden an den Stellen verschüttet, vergraben, verkohlt, versteinert, wo wir dieselben, so beschaffen, in den Erdtiefen treffen. Das vollkommene Erhaltenseyn zartester Formen sowohl, als die Umwandelung, welche aufrecht stehende Bäume erlitten (S. 380), gestatten kaum eine andere Erklärung. Man hat zwar eingewendet, es sey bekannt, daß namentlich der Golfstrom ganze Stämme, auch Saamen und Früchte, aus der heißen Zone bis zur Küste von Grönland schwemme, und daselbst absetze; auf ähnliche Art müßten Stämme und alle Farenkräuter des Steinkohlen-Gebirges aus heißen Erdstrichen herbeigeführt worden seyn. Allein Sie werden leicht einsehen, daß besonders zarte Pflanzen-Theile nicht Tausende von Meilen im Meeres-Wasser sich so unversehrt würden erhalten haben, um vollkommene Abdrücke hinterlassen zu können, wie wir solche keineswegs selten finden. Dazu gesellt sich noch ein anderer Grund von Bedeutung und Interesse, auf welchen ich Sie aufmerksam machen muß. Bei Vergleichung der 250 oder 260 fossilen Pflanzen-Arten des

Digitized by Google

Steinkohlen-Gebirges ſieht man, in den verſchiedenſten, mitunter weit von einander entlegenen, Gegenden, in Böhmen und Belgien, in England und zu St. Etienne unfern Lyon, in Canada und an der Baffins-Bai, meiſt die nämlichen Arten. Dieß kann in ſo weit nicht befremden, als auch die Pflanzenwelt der Gegenwart, bei ungefähr gleichen klimatiſchen Verhältniſſen, ſich überall ähnlich zeigt; aber wie wäre es denkbar: daß die nämlichen Pflanzen-Arten an den verſchiedenſten Stellen zuſammengeſchwemmt worden, wo ſie jezt, umgewandelt zu Steinkohlen, vergraben liegen?

Was den foſſilen Zuſtand betrifft, ſo zeigen ſich Gewächſe und ihre Theile in allen verſchiedenartigen Abſtufungen, die wir in der vorhergehenden Vorleſung kennen lernten. Sie erſcheinen eigentlich verſteinert, in Abdrücken und nur wenig verändert. Dazu kommt noch eine Art des Seyns pflanzlicher Ueberbleibſel, die wir bei den Kohlen-Ablagerungen näher betrachten werden; Gewächſe finden ſich auch verkohlt. — Je nach dem einen, oder dem andern dieſer Zuſtände, gewähren foſſile vegetabiliſche Reſte bald mehr, bald weniger ſicheres Anhalten, was die Zurückführung derſelben auf beſtimmte Urbilder betrifft, oder überhaupt die Kenntniß ihrer vormaligen organiſchen Beſchaffenheit. Das Studium foſſiler Pflanzen iſt, der Erforſchung thieriſcher Ueberbleibſel verglichen, um Vieles ſchwieriger. Der Grund liegt darin, daß die zur Beſtimmung wichtigeren, oft unentbehrlichen Theile, die höheren Organe der Gewächſe, Blüthen und Saamen, in häufigen Fällen die kleinſten und zarteſten ſind, und bei weitem weniger feſt, als Muſcheln und Knochen; nur ſelten blieben ſie in den Fels-Schichten gut erhalten. Holz, Rinde, Blätter-Gewebe, zeigen ſich als die pflanzlichen Theile, auf welche wir uns meiſt beſchränkt ſehen, wenn verſteinerte Gewächſe mit noch lebenden verglichen werden ſollen. —

Digitized by Google

Pilze und Flechten (Lichenen) kommen nicht foſſil vor, obwohl letztere ohne Zweifel ſchon in den früheſten Weltzeiten vorhanden waren. Ihr zu weiches Weſen dürfte den Uebergang nicht geſtattet haben; ſie wurden eher zerſtört, als petrificirt. Aus ähnlichen Gründen vermiſſen wir Mooſe; oder ſie gehören wenigſtens unter Verſteinerungen zu den wahren Seltenheiten. Möglich iſt indeſſen, daß Mooſe, die mit Farenkräutern — deren Ueberbleibſel in größter Häufigkeit ſich finden — an den nämlichen Orten wachſen, bei ihrer Umwandelung ganz unkenntlich wurden.

Betrachten wir foſſile Pflanzen-Reſte in der wahrſcheinlichen Folge, wie ihre Urbilder geſchaffen worden, ſo ſehen wir uns auf drei große Perioden hingewieſen. Während der Dauer eines jeden dieſer Zeiträume, blieben der Vegetation, womit die Erd-Oberfläche bekleidet war, ihre weſentlichen Merkmale. Aber die Umwälzungen, welche zu verſchiedenen Zeiten, bald mehr, bald weniger raſch und gewaltthätig, das Aeußere der Erdrinde änderten, haben die jedesmalige Vegetation ganz, oder beinahe ganz zerſtört; und nach ſolchen Zerſtörungen begann ſtets wieder ein neues Pflanzenleben. Nichts deutet bei dieſen petrificirten Ueberbleibſeln aus einer Felsſchicht, aus der nämlichen Geſtein-Bank entnommen, auf allmälige Uebergänge der Gewächſe einer Formation in die andere; wir ſehen durchaus keine Bildungs-Abſtufungen. Wohl aber gehören oft Pflanzen, in Schichten zweier, einander unmittelbar folgenden, Formationen enthalten, zu denſelben Familien und Geſchlechtern; ſie zeigen zuweilen ſogar große Arten-Aehnlichkeit.

Die drei Perioden, von denen ich redete, entſprechen dem Inſel-Lande, dem Küſten-Lande und dem Feſtlande. Jede derſelben weiſet uns auf eng begrenzte Aenderungen in der

Digitized by Google

Pflanzen-Welt hin; nur von einer Periode zur andern ist stets ein Sprung unverkennbar.

In der Periode, welche zunächst unserer Zeit sich anschließt, in der jüngsten, in der des Festlandes, deutet wenig auf klimatische Verschiedenheiten im Vergleich zur gegenwärtigen Ordnung der Dinge. Es sind meist die nämlichen, nach Familien und Geschlechtern höchst zahlreichen, Pflanzen, welche, heutigen Tages, in denselben Gegenden wachsen, wo ihre Ueberbleibsel in fossilem Zustande getroffen werden; so unter andern Blätter-Abdrücke, denen unserer Pappeln, Weiden und Ahorn-Bäume sehr ähnlich, nur den Arten nach abweichend. Uebrigens fehlt es nicht an Beweisen, daß in der Periode, wovon ich rede, die gleichzeitigen Floren verschiedener Länder bedeutend von einander abwichen. So stimmen, in Deutschland und Frankreich, die, von Schichten des Jurakalkes umschlossenen, fossilen Pflanzen-Reste, den Arten nach, an verschiedenen Fundstätten selten unter sich überein.

Im Gegensatze dieser neuesten pflanzlichen Periode, hat die älteste — ich bezeichnete sie Ihnen als die des Insel-Landes — im Ganzen wenig Mannigfaltiges. Die früheste Flora, welche die noch jugendliche Erd-Oberfläche bedeckte, war unter sich weit gleichförmiger, übereinstimmender, als die gegenwärtige; die Gestalten groß, aber ihr Bau sehr einfach. Es ähneln die Reste aus jener Zeit nicht den Gewächsen, welche noch in unserer Nähe leben; nach Gattungen und Arten finden wir vergleichbare Urbilder fast ohne Ausnahme nur unter fernen heißen Himmelsstrichen. Auf den Eilanden St. Helena und Ascension sind ähnliche Pflanzen heimisch; sie nähern sich der uralten Vegetation, im Allgemeinen aber werden dieselben um Vieles kleiner gefunden. Manche jener vorweltlichen Gewächse gelten als durchaus fremde Formen; sie schließen sich keiner Familie noch vorhandener

Digitized by Google

Pflanzen an. Als beſonders bezeichnend erſcheinen Baum-artige Faren, die Stämme mit zierlich gebildeten Schuppen bedeckt. Sie hatten, in der urweltlichen Flora, ein entſchiedenes Uebergewicht über alle andere Gewächſe. — Es verdient bemerkt zu werden, daß Antoine Juſſieu zuerſt — 1718 — den Unterſchied wahrnahm zwiſchen den foſſilen vegetativen Reſten in Steinkohlen-Ablagerungen und der Pflanzen-Welt heutiger Zeit. Dem berühmten Pariſer Profeſſor entging ſelbſt keineswegs die überraſchende Aehnlichkeit mit den Gewächſen der Tropenländer.

Zwiſchen beiden Perioden, von denen Sie hörten, zwiſchen jener des alten Inſel-Landes und der des heutigen Feſtlandes erkennen wir, wie ich bereits geſagt, noch eine andere, der Bildung unſerer Küſtenländer entſprechend. In dieſer Mittel-Periode war, das ergeben alle, aus derſelben abſtammenden, foſſilen Ueberbleibſel, die Vegetation vielartiger, als im älteſten Zeitraume; es hatte ſchon Annäherung derſelben zur neueſten Periode ſtatt. Sehr allgemein verbreitet muß unter andern eine ſonderbare, jezt äußerſt beſchränkte Familie, die der Cycadeen, geweſen ſeyn. Gewiſſe Geſteine umſchließen vorzugsweiſe aus dieſer Mittel-Periode abſtammende Reſte von Land-Pflanzen, während in andern Ueberbleibſel von Meeres-Gewächſen enthalten ſind; in manchen Gebirgsarten finden wir auch beide unter einander.

Es iſt hier der Ort noch nicht, dieſes Alles weiter auszuführen; beim Felsmaſſen-Syſtem gedenke ich Ihnen Näheres zu ſagen.

Digitized by Google

Digitized by Google

[illegible] Floren.

[illegible] bezeichnend erscheinen Baum-art[illegible] [illegible] ich gebildeten Schuppen bedeckt [illegible] ein entschiedenes Ueber[illegible] [illegible] — Es verdient bemerkt zu [illegible] — 1718 — den Unter[illegible] [illegible] fossilen vegetativen Resten in [illegible] und der Pflanzen-Welt heutiger [illegible] [illegible] selbst [illegible] die [illegible] den Gewächsen der Tri[illegible]

[illegible] beiden [illegible], von denen Sie hörten [illegible] [illegible] Insel Landes und der des heutigen Festlandes [illegible] wir, wie ich bereits [illegible], noch eine andere [illegible] [illegible] Ueberlieferung [illegible]. In dieser [illegible] [illegible] war, [illegible] aus derselben abstammenden, [illegible] bleibsel, die Vegetation vielartiger, als im [illegible] [illegible] Annäherung derselben zur neuesten [illegible] verbreitet muß unter andern eine [illegible] beschränkte Familie, die der Cycadeen, [illegible] umschließen vorzugsweise [illegible] Reste von Land-Pflanzen, [illegible] von Meeres-Gewächsen enthalten [illegible] Gebirgsarten finden wir auch beide unter [illegible]

[illegible] nicht, dieses Alles weiter [illegible] [illegible] System gedenke ich Ihnen Näheres [illegible]

Digitized by Google

1

2

3

Digitized by Google

Digitized by Google

Fünfzehnte Vorlesung.

Feuer-Gebilde. — Merkmale derselben im Gegensatze neptunischer Ablagerungen. — Eingeschlossene Gestein-Trümmer. Reibungs-Flächen.

Drei Merkmale bezeichnete ich Ihnen, als die wesentlichern, woran Gesteine sich erkennen lassen, welche aus Wasser niedergeschlagen, von Wasser abgesetzt werden. Ich sagte: neptunische Formationen hätten bestimmte Alters-Verhältnisse, sie wären geschichtet, sie führten Versteinerungen. Dieses Alles wurde in den vorhergehenden Vorlesungen weiter ausgeführt. Lassen Sie uns nun, im Gegensatze jener Wasser-Gebilde, die Feuer-Erzeugnisse betrachten und von ihren Unterscheidungs-Zeichen Kenntniß nehmen. Zuerst werde ich die allgemeinsten Gegensätze berühren. Die, auf feuerigem Wege entstandenen, Felsmassen umschließen keine Versteinerungen, sie sind ungeschichtet, sie folgen einander nicht in bestimmter Alters-Reihe.

Ein Theil plutonischer Gebirgsarten muß schon aus dem Grunde frei von jeder Versteinerungs-Spur seyn, weil deren Bildung in die früheste Zeit fällt, in eine Zeit, wo weder Thiere noch Pflanzen vorhanden waren. Spätere plutonische Massen,

Digitized by Google

jene, die in unsern Tagen entstanden, deren Bildung noch fortdauert — ich rede von Laven moderner Vulkane — stammen aus Tiefen ab, die nicht belebt sind. Dazu gesellt sich noch ein anderer Grund, der für ältere, wie für neuere Feuer-Erzeugnisse gleiche Bedeutung hat. Versanken nämlich thierische Theile, oder pflanzliche, in den feuerig-flüssigen Teig, der später zu Graniten, zu Porphyren, Basalten, oder Laven erstarrte, so würden Wesen der Art durch die Gluht zerstört, vernichtet worden seyn; denn ein solcher Teig war nicht geeignet, gleich einem schlammigen oder sandigen Absatze aus Wasser, Ueberbleibsel, wie die befragten in sich aufzunehmen, sie zu umschließen und den Wechsel der Substanz, den Versteinerungs-Proceß, vor sich gehen zu lassen. — Nun hat aber bei manchen Naturforschern hinsichtlich gewisser Feuer-Gebilde — die sie als neptunische Ablagerungen betrachten zu dürfen wähnten — die irrige Meinung sich erhalten, es umschlößen dieselben Petrefakte. So könnte Ihnen namentlich von Versteinerungen in Basalten, und selbst in Porphyren und Graniten, gesagt worden seyn. Wie es sich damit verhält, müssen Sie hören; zuvor sey bemerkt, daß Granite, Porphyre und Basalte, wie ich sogleich ausführlicher zu entwickeln habe, durch mehr und weniger geräumige Spalten den Erd-Tiefen entstiegen. Durchbrachen dieselben, beim Emporquellen zur Oberfläche, Versteinerungs-reiche Formationen irgend einer Art, so konnte es leicht geschehen, daß sie größere und kleinere Stücke von den Wänden jener Spalten losrissen, umwickelten und mit sich in die Höhe nahmen. Schichten-Bruchstücke der Art erscheinen nicht selten in dem Grade umgewandelt, daß sie unkenntlich geworden; so wurden die Täuschungen veranlaßt. Ich will mich für jezt darauf beschränken, drei Thatsachen anzuführen. Am Harze ist der Granit neuern Ursprungs, als die Grauwacke (ein alter Sandstein, ein Conglomerat, das Petrefakten führt). Beim

Digitized by Google

Aufsteigen des Granites durch letztere Felsart umwickelte er Trümmer derselben; die Versteinerungen enthaltenden Grauwacke-Bruchstücke, wie sich solche unfern Harzeburg im Granite eingebacken finden, sind zerborsten, mürbe und röthlich gefärbt. Im Porphyr der Teplitzer Gegend sieht man Hornstein-artig gewordene Fragmente unreiner Kreide, des sogenannten Plänerkalkes, eingeschlossen; die Versteinerungen in derselben sind die nämlichen, welche die, vom aufgestiegenen Porphyr durchbrochenen, Plänerkalk-Schichten wahrnehmen lassen. Der Wartenberg bei Donaueschingen besteht aus Jurakalk-Lagen; durch diese hindurch ist ein Basalt-Gang hervorgetreten, welcher, allem Vermuthen nach, dem Berge seine isolirte Gestalt gab. Der Basalt umschließt viele Kopf-große, ziemlich harte Bruchstücke mit darin sitzenden Muscheln. Offenbar ist, sagt der Beobachter, Leopold von Buch, daß jene Fragmente vom Lias-Schiefer — einem thonigen Gestein, das unter den Jurakalk-Lagen auftritt — abgerissen, vom Basalt umwickelt, gehärtet und durch die Gang-Spalten mit hinauf an den Tag geschoben worden. — Auf ähnliche Weise verhält es sich mit allen Ueberbleibseln einer frühern Thier- oder Pflanzen-Welt, welche man in vulkanischen oder plutonischen Gesteinen eingeschlossen gefunden haben wollte. Daß von solchen organischen Einschlüssen, welche Basalt-Ströme mit ihren untersten Theilen sehr zufällig umwickelten, oder von jenen, die in vulkanischen Tuffen und Conglomeraten getroffen werden, nicht die Rede ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. So enthalten die tiefsten Theile eines Stromes basaltische Lava in Auvergne Süßwasser-Muscheln eingehüllt, die beträchtliche Umwandelung durch Gluht erlitten haben. Manche Laven, die dem *Pico de Teyde*, dem Vulkan auf Teneriffa, entströmten und das Meer erreichten, umschließen Muscheln und selbst in beträchtlicher Zahl. Es sind dieß Vorkommnisse, welche nicht befremden können; ja

Digitized by Google

wir wären im Gegentheil berechtigt, sie in größerer Häufigkeit zu erwarten, so namentlich in unmittelbarer Nähe thätiger Feuerberge, deren Fuß vom Meeres-Wasser bespühlt wird, und wo Conglomerate und Tuffe sich fortdauernd bilden, ferner bei submarinen Eruptionen, bei Ausbrüchen aus der Tiefe des Meeres-Bodens, wie solche seit der geschichtlichen Zeit im Griechischen Archipel, in der Nähe der Azoren und in andern Gegenden stattgehabt. Das Gleiche gilt von den Thier-Gebeinen, die in basaltischen Schlacken, und unter Strömen von Basalten, beim Dorfe *Saint-Privat*, nicht fern von *Le Puy* im *Velay* entdeckt worden.

Wenn ich vorhin sagte, daß Muscheln, oder überhaupt Thier- und Pflanzen-Theile, welche in den feuerig-flüssigen Teig emporgequollener plutonischer Massen fielen, durch die Gluht hätten zerstört, vernichtet werden müssen, und wir nun z. B. die in den eingeschlossenen Gestein-Bruchstücken vorhandenen Muscheln noch so wohl erhalten sehen, daß man sie erkennen kann, so steht diese Erfahrung mit jener Behauptung keineswegs im Widerspruche. Denn Muscheln, welche bereits in Versteinerungs-Zustand übergegangen, zudem auch von der Felsart umhüllt waren, mußten begreiflich durch die Gluht bei weitem weniger leiden. Und was die, in basaltischen, oder andern Laven eingewickelten Muscheln, so wie die thierischen Gebeine in den Schlacken betrifft, wovon die Rede gewesen, so ist nicht zu übersehen, daß, unter Umständen, wie die erwähnten, jene Feuer-Gebilde bereits einen Theil ihrer Wärme verloren hatten, sie konnten deßhalb auf die organischen Reste keineswegs mehr in dem Grade zerstörend einwirken, wie dieß früher der Fall gewesen seyn würde. Die erwähnten Thier-Ueberbleibsel von *Saint Privat*, Knochen von Rhinoceros, von der Hyäne und von mehreren Hirscharten, sind zwar meist zerbrochen, weiß, ungewöhnlich leicht und von auffallender Weichheit; aber

Digitized by Google

sie haben, wie es scheint, durch die Gluht vulkanischer Massen, mit welchen sie überdeckt worden, außerdem wenig gelitten.

Feuer-Gebilde sind ungeschichtet. Aus Allem, was ich Ihnen über Schichtung sagte (S. 340), müssen Sie einsehen, daß dieses Phänomen, eine Folge der Entstehungs-Weise neptunischer Ablagerungen, den durch Schmelzung erzeugten, den gewaltsam emporgetriebenen, oder hervorgestoßenen, Fels-Massen nicht zustehen kann. *Schichten-ähnliche* Abtheilungen in Lagen dürfen nicht für wahre Schichten gelten. Wir haben manche plutonische Gesteine kennen zu lernen, die sehr deutliches Blätter-Gefüge zeigen, aber keineswegs eigentlich geschichtet sind.

Den neptunischen Gebilden verglichen, lassen plutonische und vulkanische, auch was ihre Lagerungs-Beziehungen betrifft, sehr denkwürdige und wichtige Unterschiede wahrnehmen. Im Gegensatze der erstern, die man, weil ihnen, wie schon erwähnt, gewisse Alters-Verhältnisse zustehen, auch als *normale Felsmassen* bezeichnet, verdienen letztere, mit vollem Rechte, die Benennung *abnorme*; denn *ihr Auftreten hatte nicht in gewisser Alters-Folge statt*, wenigstens waltete dabei keine allgemeine Regel, keine durchgreifende Norm. Gewisse *plutonische* Gesteine gehen — so weit unsere Kenntniß des Tiefsten der Erdrinde ein Urtheil gestattet — sämmtlichen neptunischen Formationen, was ihr Entstehen betrifft, voraus; älter als diese, gaben sie deren Grundlage ab. Andere plutonische Massen aber, und mitunter Gebilde, die jenen ältesten sehr ähnlich sind, stiegen um Vieles später empor; auch dürfen wir uns berechtigt achten, Wiederholungen solcher Ereignisse in mehr und weniger von einander entfernten Perioden anzunehmen. Gar manche plutonische und viele *vulkanische* Gebilde griffen störend ein in die Verhältnisse neptunischer Formationen. Es soll Ihnen dieses vollkommen verständlich, und durch Thatsachen belegt werden, wenn ich vom Bau unserer Erd-

Digitized by Google

rinde im Beſondern handle. Für jezt nur einige Beiſpiele. Ich betrachte das Tiefſte jener Rinde, wie geſagt, als beſtehend aus Lagen der älteſten plutoniſchen Gebirgsarten, und darüber die neptuniſche Reihe ihren Alters-Verhältniſſen gemäß geordnet. Aus ſenkrechten, oder aus geneigten Spalten zwiſchen dieſer zuſammenhängenden Geſtein-Decke, aus Räumen, deren Längen-Erſtreckung und Breite höchſt verſchieden iſt, und die durch jene tiefſten, das Erd-Innerſte umſchließenden, plutoniſchen Lagen hinabreichen, ſtieg feuerig-flüſſiger Felsarten-Teig empor. Heutigen Tages noch trägt ſich dieß zu; ich verweiſe Sie auf die Laven des Veſuv, des Aetna und anderer Vulkane, deren Thätigkeit nicht erloſchen iſt, und ſollte die bekannte Krater-Form jener Feuerberge Bedenken erregen, ſo habe ich Ihnen zu ſagen, daß auf den Sandwich-Inſeln die Laven aus breiten Spalten geſchleudert werden. — — Die eingedrungene, in den Spalten erſtarrte, Maſſe nennt man einen Gang, und bezeichnet dieſe Gänge nach der verſchiedenartigen Natur der Geſteine, woraus ſie beſtehen; ſo gibt es Granit-Gänge, Porphyr-Gänge, Baſalt-Gänge u. ſ. w. Fig. 1 auf Taf. XIV ſtellt einen Porphyr-Gang dar, welcher, aus der Tiefe aufſteigend, die Thonſchiefer-Schichten bei St. Agnes in Cornwall durchbrochen, und zwiſchen denſelben ſich erhoben hat; Fig. 2 zeigt den Baſalt, wie er, unter ähnlichen Verhältniſſen, eine Spalte im Jura-Kalk bei Hohen-Neuffen in der Schwäbiſchen Alp ausfüllt; in Fig. 3 ſehen Sie Durchrüche jüngerer Granite durch ältern, und das Gang-artige Eindringen der erſtern. Die letzte Thatſache iſt aus der Nähe von Carlsbad entnommen; allein ſolche Erſcheinungen gehören beinahe in allen Granit-Gebirgen zu den nicht ſeltenen, und finden ſich namentlich auch bei Heidelberg ſehr ſchön und deutlich. — Durch Bergmanns-Arbeiten iſt dargethan worden, daß ſolche Geſtein-Gänge gegen die Tiefe an Mächtigkeit

Digitized by Google

zunehmen. Ihr unteres Ende ist nicht beobachtbar; sie setzen so tief nieder, als das Innere der Erdrinde bis jetzt aufgeschlossen worden. Die einzige Ausnahme ist, wo Räume der Art von oben mit feuerig-flüssigem Material erfüllt worden. Wir wissen, daß wenn offene Spalten, Klüfte, auf dem Wege sind, den ein Lavenstrom nimmt, ein Theil desselben sich in die Weitung stürzt; so erfolgte Ausfüllung von oben. — In vielen Fällen drangen die, vom Feuer gebildeten, Felsarten, nachdem sie vorhandene Gestein-Lagen und Schichten durchbrochen hatten und durch dieselben emporgestiegen waren, darüber hinaus, sie traten als Fels-Rücken an Berg-Gehängen hervor, oder thürmten sich in Gestalten auf, welche Domen oder Kuppeln zu vergleichen sind, während sie, in noch andern Fällen, wie ein Tuch sich ausbreiteten. — Ich brauche wohl kaum hinzuzusetzen, daß der Erfüllung der Spalten ein Zerreissen, ein Auseinander-Treiben der Fels-Lagen voraus ging; nun drang die feuerig-flüssige Masse aufwärts in die Räume, welche entstanden waren, oder sie brach sich, durch eigene Kraft, die Spalten bei ihrem Emporsteigen. Manche Gänge verzweigten sich beim Aufsteigen, sie theilten sich in mehrere Aeste; bei noch andern hatten seitliche Einschiebungen statt, und diese erscheinen sodann wie Bänke zwischen den Schichten. — Um Mißverständnissen zu begegnen, muß ich noch beifügen, daß jene Spalten, oder Weitungen, wovon die Rede, nicht selten so mächtig waren, daß die, aus ihnen hervorgetretenen, Massen als weit erstreckte Bergreihen von gewaltiger Breite sich darstellen.

Zweier Phänomene habe ich, ehe wir weiter gehen, hier zu erwähnen, Phänomene, die Folgen des Aufgestiegenseyns abnormer Massen sind, welche damit auf das unmittelbarste zusammenhängen.

Abnorme Massen schließen sehr häufig Bruchstücke der von ihnen durchbrochenen Gesteine ein; es war von

dieſem Umſtande im Vorhergehenden bereits die Sprache. Solche Bruchſtücke ſieht man eingeſchloſſen mitten in Geſtein-Gängen, häufiger jedoch nach ihrer Grenze hin gegen die durchſetzten Formationen. Sie ſind von verſchiedenſter Größe, meiſt ſcharfkantig und friſcheckig, oder doch kaum merkbar abgerundet. Ihre Menge nimmt unmittelbar an der Grenze oft ſo zu, daß ſie über die Maſſe des Ganges vorwalten, daß dieſe gleichſam nur das Bindemittel eines Trümmer-Geſteines abgibt.

Andere ſehr bemerkenswerthe Erſcheinungen, von denen ich zu reden habe, ſind die Geſtein-Wände mit ſogenannten Spiegeln oder Harniſchen.

Beinahe ſechszig Jahre verſtrichen, ſeit Murrith — ein Geiſtlicher, der nahe beim großen St. Bernhard lebte, ein eifriger Beobachter geologiſcher Phänomene, deſſen Name unvergeſſen bleiben ſoll — den *Rocher poli* entdeckte; eine Felsmaſſe mit geſchliffener Wand, ſo glatt, ſo glänzend, daß man ſich darin, wie im Spiegel, beſehen konnte. Durch Murrith wurde Sauſſure an Ort und Stelle geleitet. Der berühmte Alpenforſcher fand — dieß ergibt ſeine Schilderung — nicht ohne ſich freudig überraſcht zu ſehen, eine Thatſache, die ihm bis dahin fremd geblieben, und deren Bedeutung er ſogleich erkannte. Sauſſure zählte den *Rocher poli* mit zu den Gegenſtänden, welche, in nächſter Umgebung des Bernhards, als ganz beſonders denkwürdig und geeignet wären, die Beachtung wandernder Natur-Freunde zu reitzen. — Daß von Kunſt hier nicht die Rede ſeyn könne, und ebenſo wenig von Wirkungen herabgerollten quarzigen Sandes, oder niedergeſtürtzter Eis-Maſſen, dieß war Sauſſures augenblickliche Ueberzeugung. Der erſte Gedanke, beim Betrachten des ſeltſamen Phänomens ſich darbietend, iſt der, daß die Politur Folge gewaltſamer Reibung ſey. Solche Anſicht erfaßte auch Sauſſure, bis er ſpäter, irre geleitet durch Streifen,

Digitized by Google

welche die geglättete Fläche seines *Rocher poli* bei genauer Untersuchung zeigte, an die Möglichkeit einer Kryſtalliſirung im Großen glaubte.

Des Schweitzer Geologen Winke, über Felſen von der Natur polirt, wurden wenig, oder vielmehr nicht beachtet; obwohl man ähnliche Erſcheinungen an Erz-Gängen längſt wahrgenommen hatte; die bezeichnenden Ausdrücke „Spiegel", „Harniſch", welche wir eben kennen gelernt, ſtammen aus der Bergmanns-Sprache. Da entdeckte ich, vor mehreren Jahren, zuerſt im Odenwalde, und ſodann in unmittelbarer Nähe von Heidelberg, Phänomene, die ſich in jeder Hinſicht dem *Rocher poli* vergleichen laſſen. Der körnige Kalk, der Marmor von Auerbach, die Granite am Neckarufer haben ſtellenweiſe vollkommen ebene, rauhe oder glatte, häufiger aber mit geradlinigen, Streifen, auch mit mehr und weniger tiefen Furchen verſehene Flächen. Auf ſehr unzweideutige Weiſe ſieht man, daß jene Erſcheinungen nur Folgen gewaltſamen Einwirkens aufgetriebener, in die Höhe geſchobener, oder abwärts geſunkener Felsmaſſen ſeyn können. Die geſtreiften, oder gefurchten Spiegel haben ganz das Ausſehen von Flächen, welche durch Anreiben härterer Körper, in einer und der nämlichen Richtung, an gewiſſen Maſſen entſtanden ſind. Man nennt ſie deßhalb auch Reibungs-, oder Rutſch-Flächen. Brach der körnige Kalk von Auerbach, wie ich dieß aus Gründen anzunehmen geneigt bin, durch eine mächtige Spalte im Gneiße hervor; ſtiegen die jüngeren Granite bei Heidelberg durch Gang-artige Weitungen im ältern Granite an den Tag; ſo mußten die Wände der Räume, innerhalb deren das gewaltſame Ein- und Aufdringen aus der Tiefe ſtatt hatte, geglättet werden, und ebenſo die Wände der emporgedrungenen Geſtein-Maſſen; auch das Geſtreifte, das Gefurchte, iſt leicht erklärbar. Räthſelhafter bleibt die, zum Theil ſehr vollendete, Politur, welche Ebenen der Art

Digitized by Google

nicht selten erlangten. Jeder kennt das Verfahren, wodurch auf Marmor, auf Spiegelglas, oder auf Metall-Platten, ebene Flächen hervorgerufen werden. Man reibt jene Massen so lange gegen andere, gleich harte Körper, während eine dritte härtere Substanz, in Pulverform, zwischen beide gebracht wird, bis, nach und nach, alle Unebenheiten verschwunden sind. Die, auf solche Weise dargestellte Fläche ist jedoch keine polirte; Politur tritt erst hervor, wenn man das Geebnete mit irgend einem, höchst fein zertheilten, Polir-Mittel auf Holz, Tuch u. s. w., je nach der verschiedenartigen Beschaffenheit der Masse, reibt. — Dürfen wir ein Zusammentreffen so vielseitiger Bedingungen annehmen bei Natur-Processen, wie jene, von denen ich rede? Fortdauernde Reibung die für Politur nothwendig scheint, ist beim Emporsteigen von Felsmassen nicht denkbar; das sehr häufige Gestreiftseyn der Flächen, die Furchen, welche sie bezeichnen, streiten durchaus gegen solche Annahme. Sollte nicht da, wo wir glatte „Rutsch-Flächen" vor uns sehen, die zugleich hohe Politur zeigen — wenigstens in vielen Fällen — außer der mechanischen Reibung, auch Gluht mitgewirkt, sollten nicht „Spiegel", wie diese, eine Art Verglasung erlitten haben? Was für solche Vermuthung spricht, ist der Umstand, daß nicht wenige gestreifte, oder gefurchte Reibungs-Flächen selbst in Vertiefungen sehr hohe Politur zeigen, daß sie, auch an vertieften Stellen, gleichsam wie mit glänzendem Schmelz bedeckt erscheinen. Dieß dürfte außerhalb der Grenze einer bloß mechanischen Entstehungs-Art der Spiegel liegen. — Ich übersehe nicht, daß durch kräftige Reibung, begleitet von starkem Drucke, gewisse Wärme hervorgerufen wird. Die Spuren, welche der eiserne Radschuh schwer beladener Wagen auf geneigtem Straßen-Pflaster hinterläßt — wahre Reibungs-Flächen — sind oft auffallend warm; aber Schmelzung, Verglasung tritt nie dabei ein. Die Gluht, welche beim Poliren von

Digitized by Google

Fels-Wänden mitwirkt, die sie zu Spiegeln, zu Harnischen umwandelte, muß demnach eine andere seyn, wenn wir nicht, bei der trockenen Reibung sehr gewaltsam und schnell bewegter Gestein-Massen, auch Schmelzung als möglich annehmen wollen.

Ich habe keineswegs die Absicht, das Phänomen der Reibungs-Flächen jezt weiter zu verfolgen. Das Besprochene muß Sie überzeugen, daß jene Erscheinungen für uns zu den sehr beachtungswerthen gehören. Die Thatsachen liegen klar vor Augen; nur den Hergang wissen wir, nach allen seinen Beziehungen, noch nicht zu entziffern. Ja es scheint, bei dem sehr Mannigfaltigen möglicher Umstände, beim Verschiedenartigen der Felsmassen nach ihrer Härte, nach der Temperatur, welche denselben im Aufsteigen eigen war, nach dem Schnelligkeits-Grade, womit die Bewegung statt hatte — kaum eine Erklärung für alle Fälle möglich. Aber ich bitte, weisen Sie das Phänomen nicht zurück, weil es vom Alltäglichen abweicht, oder weil vielleicht eine lang genährte Natur-Ansicht dadurch gestört werden könnte. Sie Alle vermögen leicht durch eigenes Anschauen sich zu überzeugen, wenn Sie irgend ein Gebirge mit Aufmerksamkeit besuchen, ein Gebirge, wo plutonische Massen verschiedenen Alters neben einander, oder wo plutonische Gebilde zwischen neptunischen Ablagerungen, auftreten. Ist das Berg-Innere an den Grenzen jener Gesteine, an ihren Berührungs-Stellen, durch Natur oder Kunst aufgeschlossen, so werden Sie selten vergebens nach Reibungs-Flächen sich umsehen. Seit ich die Erfahrungen bei Auerbach an der Bergstraße, und vor den Thoren von Heidelberg, gemacht, habe ich ähnliche Erscheinungen an sehr vielen, nahe und fern gelegenen, Orten wahrgenommen. Am Donnersberge zeigen Porphyre, welche aus buntem Sandstein hervorbrachen, unser Phänomen. Die Dolerit-Laven des Kaiser-

ſtuhl-Gebirges im Breisgau ſieht man hin und wieder mit glänzenden Harniſchen von polirtem Magneteiſen bedeckt. Unſern Schandau an der Elbe, dicht beim Wege, welcher zu dem, von allen Natur-Freunden beſuchten, „Kuhſtalle“ führt, fand ich, da wo Granit aus Sandſtein hervortritt, die granitiſche Oberfläche, wie jene des ſie begrenzenden Sandſteines, geglättet. — Alles dieſes ſind Reibungsflächen abnormer Gebilde unter ſich, oder an normalen. Nun gibt es aber auch, obwohl, ſo weit unſere Erfahrungen reichen, weniger häufig, Reibungs-Flächen normaler Maſſen an normalen, wenn, wie z. B. bei der Kreide von Weinböhla unſern Meißen, größere Maſſen, kleine Bergſtücke neptuniſcher Gebilde an einander hin- und hergeſchoben wurden.

Ich muß mich noch bei einigen Erſcheinungen aufhalten; es ſind die Modifikationen, welche Reibungs-Flächen zeigen, je nach Art der Geſteine, und nach begleitenden Umſtänden, über welche ich reden will. Durch das gewaltige des Druckes erlangten geglättete Spiegel-Flächen nicht ſelten ein mehr oder weniger fremdartiges Anſehen. So iſt der Quarz, der an und für ſich, wie Sie wiſſen, ſehr widerſtrebende und ſchwer geſtaltbare Stoff, durch Längsſtreifung faſt unkenntlich geworden. Mitunter ſieht man auch jene Flächen zu einer thonigen Subſtanz aufgelöst. Bei Auerbach iſt ſolches am Gneiße wahrzunehmen; nur der körnige Kalk behielt, ſelbſt in den Spiegeln, die hier von hoher Schönheit ſind, ſeine gewöhnliche Beſchaffenheit mehr bei. Zuweilen erlitt die Oberfläche aufgeſtiegener Maſſen gänzliche Umwandelung; ſie wurde zu einem andern Mineral. Den Granit, welcher unſern Wunſiedel den körnigen Kalk durchbrach, ſah ich mit ausgezeichneten, theils glatten, theils zart geſtreiften, Spiegeln aus Serpentin- oder Speckſtein-artiger Subſtanz bedeckt; den Heidelberger Sandſteinen iſt eine dünne Feldſpath-Rinde gleichſam angeſchmolzen. Wir dürfen ſolche Erſcheinungen nicht überſehen; auch ſie ſprechen

Digitized by Google

dafür, daß, wie ich oben angedeutet, außer der mechanischen Gewalt, noch andere Kräfte thätig gewesen, vermittelst deren Wechsel-Wirkung zwischen den aufgestiegenen plutonischen Massen und den von ihnen durchbrochenen Gebilden stattgefunden. Zum Schlusse möge eine bemerkenswerthe Thatsache nicht unerwähnt bleiben; sie schließt sich zunächst dem so eben Besprochenen an. Neptunische Felsarten, z. B. Sandsteine, zeigen sich, in unmittelbarer Nähe der Reibungs-Flächen, auffallend härter; man kann das Phänomen erlittener Umwandelung in mannigfaltigen Abstufungen verfolgen und ein gradweises Einwirken deutlich erkennen.

Ich besorge nicht, Sie zu ermüden, wenn wir für einige Augenblicke noch, bei dem Gegenstande verweilen. Es werden nämlich Reibungs-Flächen an Felsmassen gefunden, deren Entstehen auf andere Weise erklärbar ist. Von diesen will ich reden. Um möglichen Irrungen vorzubeugen, scheint es nothwendig, daß ich jener Phänomene hier gedenke, daß ich Ihnen sage, wie man sich Rechenschaft davon zu geben habe.

Ohne Zweifel wissen Sie, daß in manchen unermeßlichen Ebenen, fern von erhabenen Bergketten, theils abgeschieden durch weit erstreckte, tiefe Meeresarme, Felsblöcke getroffen werden, welche dem Boden, der sie trägt, durchaus fremd sind, deren Verpflanzung aus weit entlegenen Gebirgen, durch gewaltsame Katastrophen eigener Art erfolgt seyn muß. Diese Trümmer zeigen alle Größe-Grade. Sehr oft sind es Blöcke von erstaunenswürdigem Umfang; ihrer Form nach regellos; Kanten und Ecken nicht selten auffallend frisch. Bald liegen sie einzeln zerstreut, bald sehr gedrängt; hin und wieder auch, wie durch Giganten-Macht, übereinander gethürmt, zu kleinen Hügeln von seltener Gestalt gruppirt. — Aehnliche Erscheinungen sieht man im Alpen-Gebirge, in innern Thälern, wie auf den höchsten Rücken gewisser Berg-

Digitized by Google

Reihen. Granit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-Blöcke spielen im Schweitzer-Lande die vorzüglichsten Rollen; sie liegen auf Jurakalk- oder Kreide-Boden.

Lassen wir für jezt eine umfassende Entwickelung der mannigfaltigen Ansichten bei Seiten, welche nach und nach aufgestellt worden, um Phänomene zu erklären, die durch ihre furchtbare Größe allgemeines Interesse weckten und wecken mußten. Außer Zweifel ist die nordische Abkunft jener Blöcke, die über den ganzen flachen Länderstrich von der Weser und Ems bis zur Dwina und Newa zerstreut liegen. Unter Mitwirkung mächtiger Eismassen, wurden sie durch Fluthen aus Skandinavien fortgeführt. Als eben so entschieden gilt, daß die, in den Alpen vorhandenen, Blöcke aus diesem Gebirge selbst stammen.

Weßhalb ich von Thatsachen rede, die scheinbar dem uns beschäftigenden Gegenstande sehr fern liegen? dieß sollen Sie sogleich hören. Es sind nicht jene Thatsachen an und für sich, denen ich Ihre Aufmerksamkeit zuwenden will, sondern nur gewisse mit denselben verbundene Erscheinungen.

An der ganzen Küste von Gothenburg bis Hogdal, und weiter bis zum südlichen Ende des Wenern-See's, beobachtete man, schon vor länger als vierzig Jahren, das Geglättete fester Gesteine; aber nur die, bestimmten Himmels-Gegenden zugekehrten Hervorragungen erscheinen polirt, dem Uebrigen, das geschützt gegen Abreibung war, blieb seine Rauheit. Ebenso sind die höchsten Stellen granitischer Berge in mehreren Provinzen Schwedens, und längs der Grenze dieses Reiches mit Norwegen, durch Streifen und Furchen bezeichnet, die alle einer Richtung folgen. Nun weiß Jeder, daß Gebirgs-Ströme und Bäche, durch Steine, die sie mit sich führen, Felsen abreiben, welche in ihrem Bette anstehen. Bei Heidelberg ragen zahllose Granit-Massen aus dem Neckar hervor. Die niedern unter ihnen, jene, welche bloß

Digitized by Google

sichtbar werden, wenn der Fluß, bei anhaltender Sommer-Trockene, ungewöhnlich seicht ist, zeigen abgerundete, geglättete Oberflächen. Gehen wir von bekannten Erfahrungen, wie diese, aus, erwägen wir die Abstammung der Blöcke in der nordischen Ebene, so kann die Ursache polirter Felswände, gefurchter Hügel-Oberflächen in Schweden nicht wohl zweifelhaft bleiben. Auch weiß man, aus Beobachtungen in Polar-Gegenden angestellt, daß Fels-Blöcke, die, heutigen Tages noch, durch Meeresfluthen auf Eisfeldern fortgeführt werden, an ihrer Unterseite theils geglättet, theils gefurcht erscheinen, als seyen dieselben über Gestein-Trümmer, oder über Gruß* hingeschleift worden. Beide Phänomene ergänzen einander; aber wir haben es mit Reibungen zu thun, die auf ganz andere Weise entstanden, wie jene, deren ich früher gedachte, und die wir als Folgen aus den Tiefen gewaltsam emporgestiegener plutonischer Felsmassen erkannten.

Noch interessanter für uns sind die abgeriebenen, die glatten Gestein-Oberflächen, welche man am Fuße der Schweitzer-Alpen trifft, und bis hinauf zu den erhabensten Gebirgs-Rücken. Namentlich in Hochthälern, auf Alpenpässen im Gotthards-Gebirge, am St. Bernhard, an der Grimsel, am Simplon zeigen sich die Reibungs- und Glättungs-Spuren weit ausgedehnter und auffallender, als in untern Thaltiefen. — Welche Ursachen lagen, in diesem Falle, dem Phänomene zum Grunde? Ich will Sie nicht lange im Zweifel lassen. Man weiß, daß durch Gletscher die Felsen, welche mit ihnen in Berührung kommen, abgerieben, polirt werden. Indem Gletscher streben, sich auszudehnen, folgen dieselben allen Biegungen, allen Windungen der Felsen; gewaltsam

* So nennt man die, bis zu gewissen Graden zersetzten Gesteine, namentlich Granite, Syenite u. s. w., deren einzelne Gemengtheile sich von einander trennen. Gruß-Lagen finden sich auf Gehängen und am Fuße vieler Gebirge verbreitet.

Digitized by Google

drängen sie sich in Vertiefungen und Höhlungen; sie glätten deren Oberfläche, selbst wenn diese eine abwärts gekehrte oder überhängende ist. Nun scheint jene wirkende Kraft, welche die Felsblöcke fortbewegte, die man in Alpen-Thälern und auf Alpen-Höhen findet, nach den schönen Untersuchungen des Walliser Geologen Venetz — Untersuchungen, auf die ich später zurückkommen werde — keine Fluth gewesen zu seyn; sie wurde durch Gletscher ausgeübt; das von Schnee-Regionen niederstürzende Eis führte Gestein-Massen mit sich und ließ sie, nach dem Aufthauen, auf dem Boden zurück; die alpinischen Blöcke wären sonach Moränen alter Gletscher, ähnliche Schutthaufen, wie wir solche jezt noch am Fuße und an den Seiten von Gletschern zu sehen gewohnt sind.

Ziehen wir das Resultat der bisherigen Betrachtungen, so dürfen wir uns für berechtigt halten anzunehmen, daß dem Allgemeinen nach einander ähnliche Phänomene, wie, in den verschiedenen, zur Sprache gebrachten, Fällen, die geglätteten, die gereiften und gefurchten Oberflächen von Felsmassen es sind, durch sehr verschiedenartige Ursachen hervorgerufen werden können. Allein werfen Sie einen Blick zurück auf die im Vorhergehenden bei den Reibungs-Flächen angeführten Einzelnheiten, vergleichen Sie sämmtliche mitgetheilte Erfahrungen, so ergeben sich nicht zu verkennende, und sehr gewichtige, Unterschiede. Abgesehen davon, daß die polirenden Wirkungen von Fluthen und Eismassen nur an der Oberfläche des Bodens stattfanden, jene von plutonischen Gebilden aber auf innere Räume der Erdrinde beschränkt blieben, so kann auch begreiflich bei erstern bloß von mechanischer Reibung die Rede seyn; alle Spuren von Schmelzung, von eingetretenen chemischen Aenderungen, wie ich Ihnen solche früher andeutete (S. 428), werden vermißt.

Sie haben gehört, wie abnorme Gebilde, im Gegensatze

der normalen, dadurch ausgezeichnet sind, daß sie keine Versteinerungen umschließen, daß sie nicht geschichtet erscheinen, und daß ihre Alter-Folge keine bestimmte ist. Wir lernten, in eingeschlossenen Bruchstücken und in Reibungs-Flächen denkwürdige Phänomene kennen, mit dem Aufsteigen jener Feuer-Erzeugnisse aus den Erdtiefen verbunden. Abnorme Gebilde haben jedoch noch andere eben so wichtige als interessante Merkmale, die sich zugleich als unmittelbarste Beweise ihres feuerigen Ursprunges bedeutend machen; von diesen soll in den nächsten Vorlesungen die Rede seyn.

Digitized by Google

Sechszehnte Vorlesung.

Massen-Beschaffenheit der Feuer-Erzeugnisse. Bildung von Mineralien durch Kunst. Erfahrungen bei Schmelz-Versuchen mit vulkanischen Gesteinen verschiedener Art. Aenderungen, welche plutonische Felsarten erlitten.

Es sind höchst wichtige Thatsachen, welche ich zu erörtern und mitzutheilen habe. Die Bildung von Mineral-Körpern auf dem Wege der Kunst, und Erfahrungen, welche über das Verhalten gewisser Felsarten, die als Feuer-Erzeugnisse gelten, durch Versuche erworben wurden, indem man solche schmolz und schnell, oder allmählig erkalten ließ. Beide verdienen ihre ungetheilte Aufmerksamkeit.

Was die Bildung künstlicher Mineralien betrifft, so haben Sie diese Phänomene keineswegs alle wie neue Entdeckungen zu betrachten. Seit langer Zeit waren gewisse Krystalle unter den Schlacken, unter den Glas-ähnlichen Abfällen bei Schmelz-Processen, beobachtet worden. Aber es erweckten jene Erscheinungen nicht die Theilnahme, welche ihnen gebührt. Unserm Jahrhundert gehören sämmtliche gründlichere Untersuchungen an, und besonders die jüngste Zeit lieferte genügende Aufklärung. Zahlreiche Experimente, die man, nicht ohne geringes Vergnügen, sich nach und nach mit einander zu einem Ganzen verbinden sah, gewähren jezt schon sehr erwünschtes Anhalten, um manche

Digitized by Google

Hergänge beim Entstehen der Felsarten-Gemengtheile beurtheilen zu können; die Wissenschaft wurde vertrauter mit den Geheimnissen der Natur und lernte, auf diese Weise, einige ihrer verborgenen Operationen erklären.

Sehr viele plutonische und vulkanische Gebilde haben krystallinische Beschaffenheit; sie sind Aggregate, Haufwerke kleiner Krystalle und krystallinischer Theilchen, die in gewissen Verhältnissen mit einander vereinigt, an und in einander gefügt sind. Um krystallisiren zu können, müssen die Theilchen der Materie flüssig seyn; der Flüssigkeits-Zustand aber läßt sich durch Schmelzung, oder durch Auflösung herbeiführen. Dieß ist Ihnen aus unsern frühern Unterhaltungen bekannt. Von den meisten Mineralien, die in plutonischen und vulkanischen Fels-Gebilden als wesentliche, oder als sehr bezeichnende Gemengtheile auftreten, wußte man, daß sie vermittelst künstlicher Hitze, auffallend umgewandelt werden. Feldspath und Glimmer, in allen granitischen, und in so vielen andern Gesteinen vorhanden, mögen als Beispiele dienen. In der Löthrohr-Flamme schmilzt Feldspath an den Kanten zu blasigem Glase; mancher Glimmer fließt nicht weniger leicht; Augit, ein wesentlicher Gemengtheil aller Laven, läßt sich, vor's Löthrohr gebracht, leicht zu Glas umwandeln. Diese und ähnliche Erfahrungen führten irrige Ansichten herbei. Man glaubte schließen zu dürfen: Substanzen, welche durch Einwirken der Gluht auf solche Weise verändert würden, könnten nicht wohl Feuer-Erzeugnisse seyn. Die Französische mineralogische Schule bezeichnete den Augit mit dem Namen *Pyroxène*. Dieses Wort ist zusammengesetzt aus dem Griechischen *pyr*, *pyros*, was so viel sagen will, als Feuer, und aus *xenos*, d. i. Fremdling. Dem Augit sollte sein Entstehen auf feuerigem Wege streitig gemacht, er sollte als Fremdling im vulkanischen Bereiche betrachtet werden. Durch den gewählten Ausdruck suchte man das

Digitized by Google

häufige Vorkommen des Minerals in Laven anzudeuten, zugleich auch, daß daſſelbe nicht durch vulkaniſche Kräfte hervorgebracht worden. — Ich gedenke dieſer Thatſache, weil, namentlich, was den Augit betrifft, die überzeugendſten Beweiſe feuerigen Urſprungs kund wurden.

Unter Umſtänden, wie die erwähnten, mußten Beobachtungen über Bildung gewiſſer Mineralien bei hüttenmänniſchen Proceſſen — wo Metalle durch Schmelzen der Erze vom Geſtein und von Schlacken ſich abſondern — höchſt wichtig für die Geologie ſeyn. Dazu kamen überraſchende Entdeckungen der Chemiker; es gelang, durch Zuſammenſchmelzen der Beſtandtheile, der Elemente, wie man ſolche bei Zerlegungen gewiſſer Mineralien kennen gelernt, dieſe Subſtanzen darzuſtellen; auf feuerigem Wege, und bei ſehr allmäligem Erkalten, erhielt man Mineralien mit kryſtalliniſchem Gefüge und von regelmäßiger Geſtalt. Solche Bildungen ſtimmen — obwohl ein eigenthümliches Etwas die Kunſt-Erzeugniſſe von Naturweſen unterſcheiden läßt — in ihren charakteriſtiſchen Merkmalen mit den natürlichen Körpern überein. So beſteht das Ihnen bekannte Mineral, der Augit (S. 312), wie ich ſchon einige Male zu bemerken veranlaßt ward, weſentlich aus Kieſelerde, Kalk- und Talkerde; mengt der Chemiker dieſe drei, von ihm dargeſtellten, Erden im richtigen Verhältniſſe, und ſetzt ſie im Kohlen-Tiegel dem Feuer eines Porzellan-Ofens aus, ſo fließt das Gemenge zu einer Maſſe, in welcher man, wenn ſie abgekühlt iſt, kleine Höhlungen findet, und in dieſen die zierlichſten Augit-Kryſtalle von der bekannten Form (S. 315). — Man hat allerdings die Erfahrungen der Chemiker verdächtigen wollen. Es wurde eingeredet: die Kunſt vermöge nie jene Kräfte wieder zu ſchaffen, die beim Entſtehen natürlicher Verbindungen wirkſam geweſen ſeyen: allein die dargeſtellten Augit-Kryſtalle beweiſen, daß dieß ohne

Digitized by Google

Grund ist. Die Macht chemischer Wahl-Verwandtschaften (S. 106), welche beim künstlichen Verfahren, bei den Arbeiten des Chemikers, thätig ist, muß nicht weniger als eine natürliche gelten, wie jene, welche die Zusammensetzung chemischer Verbindungen in der Natur bedingen hilft.

Ich sagte Ihnen: bei Hütten-Processen würden Krystalle erzeugt, welche, nicht nur ihrer äußern Form nach, sondern auch was den chemischen Gehalt angeht, mit diesen oder jenen Mineralien übereinstimmen. Namentlich beim Ausschmelzen des Kupfers, bei Bereitung des Eisens ist dieß der Fall. Sollen Erze verschmolzen werden, so muß man sie in der Regel, um ihre Scheidung von verunreinigenden Stoffen zu bewirken, um ihren Fluß zu befördern, mit dem nöthigen „Zuschlag" versehen, d. h. mit gewissen andern Mineralien zusammenbringen. Dieß Geschäft, wobei chemische Grundsätze und Erfahrungen leiten, heißt „Beschickung". Nun war aber die Beschickung, bei jenen Schmelz-Processen, welche für uns, durch die wahrgenommenen Erscheinungen, besonders merkwürdig wurden, eine ganz gewöhnliche; folglich fanden sich in dem, in feuerig-flüssigen Zustand versetzten, Mineralien-Gemische, zufällig die Bestandtheile so zusammen, daß die Bildung gewisser Mineralkörper möglich wurde; es müssen demnach alle, zum Entstehen dieser Substanzen nothwendigen Bedingungen, alle begünstigenden Umstände, vorhanden gewesen seyn. Namentlich dürfte sehr langsames Erkalten als wesentliches Erforderniß gelten. Bei anhaltendem Glühen, in einer Hitze, die oft gar nicht hoch ist, wandeln sich glasige Schlacken zu glanzlosen, erdigen, körnigen oder krystallinischen Massen um; die Schlacken enthalten, neben Haaren- und Nadelnähnlichen Bildungen, auch regelrechte Krystalle, welche, bei einem Schmelz-Verfahren, stets die nämlichen Formen zeigen, dieselben physikalischen und chemischen Merkmale. — Aber nicht immer

Digitized by Google

vereinigen sich alle nothwendigen Bedingnisse, alle begünstigenden Umstände; daher ist es erklärbar, daß keineswegs bei allen Schmelz-Prozessen unsere Phänomene wahrgenommen werden.

Es dürfte für sie von Interesse seyn, einiges Nähere über solche künstlich gebildete Mineralien zu hören. Ich beschränke meine Mittheilungen auf diejenigen, welche, aus geologischem Gesichtspunkte betrachtet, besondere Wichtigkeit haben; darum will ich von diesen Kunst-Erzeugnissen nur Feldspath, Glimmer, Augit und Magneteisen zur Sprache bringen.

Feldspath-Krystalle — eine schöne Entdeckung des Herrn Berg-Probierers Heine in Eisleben — lieferte die Kupferhütte bei Sangershausen in den letzten Jahren. „Erz- und Schiefer-Beschickung", waren wie gewöhnlich gewesen. Was das sagen will, muß ich erläutern. Die Kupfer-haltigen Mineralien, welche man auf jener Hütte verschmilzt, erscheinen in der Natur im Gemenge mit Sand, Thon oder Kalk. Es sind dieß die sogenannten „Sanderze"; das Kupfer findet sich darin stets durch Schwefel vererzt, als Kupferkies, Kupferglanz und Bunt-Kupfererz. Mit den Sanderzen werden Kupferschiefer verschmolzen; Gemenge oder Gemische aus mehr oder weniger kohlensaurer Kalkerde, aus Thon- und Kieselerde, aus Kupferglanz und Bunt-Kupfererz. Solcher Beschickung pflegt man, um die Kieselerde beim Schmelz-Processe leichter und vollständiger aufzulösen, eine gewisse Quantität Flußspath zuzusetzen. Ich durfte diese Einzelheiten nicht übergehen, um Ihnen das Phänomen recht deutlich werden zu lassen. — In der Natur vorkommende Feldspathe, ähnlich denen, welche die Sangershauser-Hütte als Kunst-Erzeugnisse liefert, bestehen wesentlich aus Kieselerde, Thonerde und Kali. In der Beschickung, wie wir solche kennen gelernt, waren die, zur Feldspath-Bildung nothwendige Kiesel- und Thonerde vorhanden; das Kali rührt ohne Zweifel von der Asche des

Digitized by Google

Feuer-Materials, von der Holzkohle her. Die künstlichen Feldspath-Krystalle saßen an einer Seitenmauer des Hohofens, nahe über dem Schmelz-Punkte, theils in Drusen-artigen Räumen des sogenannten Ofenbruches, theils in Spalten geborstener Ofensteine. Aehnliche Feldspath-Gestalten haben u. a. die Granite der Mourne-Berge im nordöstlichen Ireland aufzuweisen, wo, was nicht häufig der Fall, die drei wesentlichen Gemengtheile, Feldspath, Quarz und Glimmer, in zierlichen Krystallen zu Drusen verbunden sind. Im Vorbeigehen will ich bemerken, daß jene Granite zu den schönsten gehören, die man kennt. — Vergleichen wir die Resultate chemischer Zerlegungen, welche mit den, durch Schmelz-Processe entstandenen, Feldspath-Krystallen angestellt wurden, und die Bestandtheile jener Feldspathe, die in der Natur am häufigsten verbreitet vorkommen, so zeigen sich die auffallendsten Uebereinstimmungen. Es wurde nämlich gefunden:

	in 100 Theilen künstlicher Feldspath-Krystalle:	in 100 Theilen natürlichen Feldspaths:
Kieselerde	61,5	61
Thonerde	19,2	20
Eisenoxyd	1,2	
Kalkerde	1,3	2
Kupferoxyd	0,2	
Kali	13,4	14

Der geringe Kupferoxyd-Gehalt im künstlichen Feldspath, so wie die nachgewiesenen Spuren einiger andern Erze, Mangan und Kobalt, sind in der Zusammensetzung des Schmelz-Materials zu suchen, und erklären zugleich den Umstand, daß künstliche Feldspath-Krystalle etwas größere Eigenschwere haben, als die natürlichen, und daß sie oft violblau gefärbt erscheinen.

Ein anderer, häufiger und wesentlicher, Gemengtheil plutonischer Gesteine, der Glimmer, wurde bei Hütten-Processen, wie solche zu alter Zeit in Schweden bräuchlich waren, künstlich

Digitized by Google

gebildet. In den Schlacken-Halden beim Schlosse Garpenberg in Dalekarlien finden sich Blättchen dieses künstlichen Glimmers von mehreren Zoll Größe, auch kommen, in Drusenräumen der Schlacken, sechsseitige Säulen-Krystalle vor. Künstlicher Glimmer trägt ganz das Aussehen des natürlichen, hat alle physischen Eigenthümlichkeiten desselben, und seine chemische Zusammensetzung stimmt im nämlichen Grade damit überein, wie solches beim künstlichen und natürlichen Feldspathe der Fall.

Ferner wird Augit bei Schmelzungen erzeugt. Ueber die geologische Wichtigkeit dieses Minerals, über die denkwürdige Art seines Erscheinens, seines Vorkommens bei noch thätigen Feuerbergen habe ich geredet (S. 312). Die Produkte erloschener Vulkane enthalten die Substanz in nicht geringerer Menge. So sind, um nur eine Thatsache anzuführen, am Kaiserstuhle — eine Berggruppe im Breisgau, die, dem Rheine parallel, auf einige Stunden weit sich erstreckt — Augite häufiger verbreitet, als vielleicht irgendwo in Deutschland. Man findet sie überall den, an Masse-Beschaffenheit und Farbe so auffallend von einander abweichenden, Gesteinen eingemengt. — Von eigenem Interesse, und entscheidend für den vulkanischen Ursprung, sind die Beweise des Entstehens der Augite im Laven-Teige, oder vielmehr der Ausscheidung augitischer Krystalle aus demselben, während er noch in feuerig-flüssigem Zustande sich befunden. Und eben so wichtig haben wir Phänomene zu erachten, welche in *Torre del Greco* bei der Vesuvischen Eruption von 1794 beobachtet wurden. Der Lavenstrom nahm seinen Lauf durch die Stadt, und setzte, im Innern eines der Häuser, an den Mauern Augit-Krystalle in Menge ab. — Was nun die Bildung von Augit auf künstlichem Wege betrifft, so hat Mitscherlich gezeigt, daß beim Kupfer-Schmelzen in Falun Schlacken entstehen, die, wenn sie allmälig erkalten, krystallisiren, und zwar genau in derselben Form, wie solche dem

Digitized by Google

Mineral eigen ist, wenn es in Laven oder in Basalten vorkommt (S. 314 und 315). Auf welche Art Chemiker in ihren Laboratorien Augit-Krystalle, aus den Elementar-Stoffen darzustellen vermögen, hörten Sie bereits (S. 436). — Was nicht von Ihnen übersehen werden darf, ist, daß bei den, von Hütten-Processen herrührenden, Schlacken, welche Augit-Krystalle liefern, nie Hornblende-Krystalle gefunden werden. Und dennoch stimmen beide Mineralien, Augit und Hornblende, dieß wissen Sie, im Wesentlichen ihrer chemischen Zusammensetzung sehr überein (S. 313). Es scheint demnach, daß, wenn Hornblende-Formen sich bilden sollen, eine noch mehr allmälige Abkühlung des Geschmolzenen nothwendig sey, als dieß bei künstlichen Augiten der Fall. Solches ergibt sich auch daraus, daß wenn man Hornblende schmilzt, sie zu Krystallen erstarrt, welche die Formen des Augits haben.

Endlich nannte ich Ihnen das Magneteisen als künstliches Erzeugniß. Krystalle dieser Substanz entstehen beim Schmelzen gewisser Eisenerze, auch beim „Rösten" derselben, d. h. wenn sie, um manche ihrer Bestandtheile zu verflüchtigen, unter Luft-Zutritt einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Röstungs-Methoden, wie solche namentlich in früherer Zeit in Schweden üblich waren, lieferten sehr reine und scharf ausgebildete regelmäßige Magneteisen-Oktaeder (S. 317), von natürlichen nur dadurch zu unterscheiden, daß sie oft Treppen-förmig eingefallene Flächen haben. Neuerdings hat man beim Eisenschmelzen in *Châtillon sur Seine*, sehr schöne Magneteisen-Krystalle erhalten, Otkaeder, Oktaeder mit abgestumpften Kanten, Rauten-Dodekaeder u. s. w.

Zum Schlusse will ich bemerken, wie es der Beachtung von Hüttenmännern und Geologen keineswegs entgangen war, daß manche Schlacken beinahe das Aussehen von Quarz haben.

Digitized by Google

Wenn nämlich beim Hohofen-Betrieb das, zum Guß beſtimmte, Eiſen länger als gewöhnlich im Heerde bleibt, folglich die, daſſelbe umgebende, Schlacken anhaltend der Hitze ausgeſetzt ſind, ſo bildet ſich eine höchſt dichte, ſplitterigem Quarze nahe kommende, Maſſe, in welcher man blaſige Räume, Weitungen bemerkt, die ſechsſeitige Säulen-Kryſtalle, aus Schlacken-Subſtanz beſtehend, enthalten. — Daß Kieſelerde, welche den reinſten Quarz, den waſſerklaren Bergkryſtall, zuſammenſetzt, unter hüttenmänniſchen Produkten vorkommt, iſt für Sie nicht neu (S. 243). Ich habe bereits der weißen oder graulichen, Seiden-glänzenden, zartfaſerigen Gebilde gedacht, welche, bei Eiſen-Schmelz-Proceſſen, unter andern am Harze, nicht ſelten erhalten werden. Sie beſitzen alle Eigenſchaften reiner Kieſelerde. Was die äußern Geſtalten jener Gebilde betrifft, ſo erſcheinen ſie als Kugeln, auch traubig oder Nieren-förmig. In ſämmtlichen Hohöfen, wo künſtliche Kieſelerde bis jezt gefunden wurde, verſchmilzt man übrigens kieſelige Eiſenerze.

So weit unſere Betrachtungen, die, bei Schmelz-Proceſſen erzeugt werdenden, Mineralien betreffend. Von gar manchen, durch Kunſt, vermittelſt des Feuers, oder auf andere Weiſe gebildeten, Mineralien wird im Verfolg die Rede ſeyn.

Ich wende mich nun zu den Erfahrungen, welche man durch Schmelz-Verſuche mit vulkaniſchen Geſteinen verſchiedener Art erworben.

Die Behauptung: Granite, Porphyre u. ſ. w. hätten ſich einſt, in den Erdtiefen, im Zuſtande vollkommener Schmelzung befunden, mußte, als ſie aufgeſtellt wurde, ſehr lebhafte Einreden und Widerſprüche erfahren. Man glaubte die Struktur jener Felsmaſſen, ihre körnige Beſchaffenheit, ihr, im Allgemeinen Stein-ähnliches Weſen, ſtehe im Widerſpruche mit jener Behauptung; und dieß um ſo mehr, da ſolche Felsarten, werden ſie der

Digitized by Google

Schmelzung unterworfen, stets, bald in höheren, bald in geringern Graden, glasiges Aussehen annahmen, oder selbst vollkommenes Glas lieferten. Einwürfe, wie diese, verlieren jedoch sehr an Gewicht, wenn man die besondern Umstände beachtet, unter denen, der plutonischen Theorie zu Folge, die Thätigkeit der Hitze beim Entstehen jener Gesteine angenommen wird; denn das Geschmolzene erkaltete sehr allmälig, und meist unter gewaltigem Drucke übergelagerter Felsmassen. Ehe man sich mit der Natur der Laven, die von heutigen Tages thätigen Vulkanen ergossen werden, vertrauter gemacht, ehe man die Ueberzeugung erlangt hatte, daß Laven keineswegs immer schlackige Gebilde sind, sondern im Gegentheil krystallinisch-körnige Gemenge verschiedenartiger Mineralien, waren Einreden und Zweifel, wie die, welche ich Ihnen andeutete, verzeihlich. Durch James Hall's Versuche — Sie lernten den scharfsinnigen Englischen Chemiker kennen, als wir von den bedingenden Ursachen der Schichten-Biegung und Aufrichtung sprachen (S. 557) — wurden jene Einwürfe zum größten Theil beseitigt, die angeregten Zweifel aufgeklärt. Hall zeigte, daß man, je nach der verschiedenen Art des Uebergangs feuerig-flüssiger Massen in festen Zustand, d. h. je nach ihrer mehr oder weniger allmäligen Abkühlung, aus geschmolzenen Laven bald Gläser, bald steinigte Gebilde mit körnigem, mit krystallinischem Gefüge erhalten könne. Durchs Experiment führte er den Beweis, daß die Beschaffenheit der, auf feuerigem Wege entstandenen, Gesteine, nachdem solche schneller oder langsamer erkalteten, bedeutende Aenderungen erlitten habe. Die bestimmte Absonderung der einzelnen Gemengtheile einer plutonischen Felsmasse von einander, die höhern oder geringern Grade von Krystallisirung derselben, das eigenthümliche Gefüge, welches dadurch entsteht, — alle diese Merkmale müssen als Folgen

Digitized by Google

langſamen Erſtarrens gelten. Hall's Verſuche, die ſpäter von andern wiederholt und beſtättigt wurden, ſind zu ſchön, zu wichtig, als daß ich Ihnen dieſelben nicht mit wenigen Worten ſchildern ſollte. Er ſetzte Laven vom Aetna und von Isländiſchen Vulkanen in Schmelztiegeln einer heftigen Ofengluht aus. Nach kurzem Zeit-Verlauf waren die Bruchſtücke gefloſſen und wallten ſtark auf. Schnell abgekühlt, lieferten ſie ſchwarzes Glas; bei allmäligem Erkalten aber erhielt man kryſtalliniſche Maſſen, im Bruche rauh und körnig, mit zahlloſen ſchimmernden Blättchen durchmengt, und in den Blaſenräumen hatten ſich kleine Kryſtalle gebildet.

Sie erſehen aus dem Vorgetragenen, daß die Erfahrungen, welche künſtliche Mineral-Bildungen geliefert, ſo wie die Schmelz-Verſuche mit Laven, uns über Maſſen-Beſchaffenheit und Zuſammenfügungs-Art der Gemengtheile beim Entſtehen plutoniſcher und vulkaniſcher Geſteine viel Aufklärung gewährten. Sie löſten jedoch das Räthſel keineswegs vollſtändig; denn manche Bedingungen müſſen bei jenen Natur-Proceſſen eingetreten ſeyn, manche Umſtände obgewaltet, gewiſſe Kräfte gewirkt haben, welche uns noch unbekannt ſind. Die neueſten Entdeckungen in Beziehung auf Elektricität, und deren Einfluß bei Kryſtall-Bildungen, haben für das früher Ausgeſprochene (S. 95 und 96) ſehr erfreuliche Belege geliefert. Was bis jezt durch Schmelzung nicht gelungen: Quarz-Kryſtalle auf künſtlichem Wege entſtehen zu laſſen, das wurde vermittelſt elektriſcher Batterien und galvaniſcher Apparate ausgeführt. Herr Andrew Croße — ein Britte, der literariſchen Welt früher unbekannt — iſt, durch Verſuche die er, mit Voltaiſchen Batterien, mit Elektriſir-Maſchinen von höchſter Vollkommenheit und von ungewöhnlicher Größe, angeſtellt, zu eben ſo überraſchenden als wichtigen Reſultaten gelangt. Aus gepulvertem Feuerſtein, den man einer Vorrichtung ausſetzte,

Digitized by Google

welche, ein ganzes Jahr hindurch, in fortwährender Thätigkeit verblieb, und so die sehr allmälig wirkenden natürlichen Kräfte nachahmte, bildeten sich Quarz-Krystalle rund um den positiven Pol. Ich theile diese, beim Englischen Gelehrten-Verein zu Brighton im August 1836, bekannt gewordene, interessante Beobachtung mit, ohne, was für den Augenblick kaum möglich, daran weitere Bemerkungen zu knüpfen. Herrn Crosse's Versuche, die auf Schmelzung und Verflüchtigung verschiedener Metalle und anderer Stoffe ausgedehnt wurden, beweisen, was man vom Einflusse langsam, gleichmäßig und anhaltend thätiger elektrischer Kräfte zu erwarten habe.

Ehe wir uns der Betrachtung anderer Eigenschaften plutonischer und vulkanischer Fels-Gebilde zuwenden, nur eine Bemerkung noch, eine Andeutung, die ich hier einzuschalten für nothwendig erachte, um vorläufig schon Mißverständnissen zu begegnen, und Zweifel, welche entstehen könnten, zu beseitigen.

Manche jener Feuer-Erzeugnisse, die sie kennen zu lernen haben, entsprechen dem Bilde nicht, das ich Ihnen entworfen; sie sind unkrystallinisch, erdig, auch keine Spur erlittener Schmelzung ist scheinbar daran wahrzunehmen. Wie verhält es sich mit diesen? — Hören Sie meine Erklärung.

Alle Gesteine, welche Feuer-Erzeugnisse sind, blieben keineswegs das, was sie ursprünglich waren; viele unter ihnen dürften selbst das Ziel ihrer Ausbildung nicht erreicht haben. Störende Gewalten griffen ein; das kaum Entstandene konnte wieder umgewandelt, das sich eben Bildende mannigfaltig, und in auffallender Weise verändert werden. Um Ihnen das Gesagte zu erläutern, und zugleich als einleuchtenden Beweis dafür, erinnere ich Sie an bekannte Thatsachen, an die Dämpfe, wovon alle vulkanischen Ereignisse, bald mehr, bald weniger häufig begleitet zu seyn pflegen. Sie wissen, daß diese Dämpfe sehr oft mit Säuren

Digitized by Google

beladen, und folglich fähig sind, auf Gestein-Massen, die sie durchdringen, je nach deren verschiedenartigen Natur, zersetzend einzuwirken. Warum sollte das, was heutiges Tages, unter den Augen des Beobachters sich zuträgt, nicht auch in der Frühzeit des Planeten stattgefunden haben? — Laven von feinkörnig-krystallischer grauer Grundmasse, ganz erfüllt mit glänzenden Feldspath-Krystallen, werden durch, aus den Tiefen aufgestiegene, und sie durchdringende, schwefelig-saure Dämpfe erdig; sie verbleichen, ihre Farbe wandelt sich zu einem lichten Gelben oder Weißen; von Feldspath-Krystallen ist oft keine Spur mehr zu sehen. Die Solfatara bei Pozzuoli, unfern Neapel, hat solche Erscheinungen fortdauernd aufzuweisen. Das Material, woraus plutonische Gesteine bestehen, war in den Erdtiefen feuerig-flüssig. Entweder quoll es, in solchem Zustande, durch Spalten empor, es wurde in die Höhe gedrängt, oder, wenn es bereits fester geworden, aufwärts gestoßen. Sollten wir nicht anzunehmen berechtigt seyn, daß, gleichzeitig mit solchen Katastrophen, oder später, Dämpfe hervorbrachen, durch welche die sich bildenden, oder die schon gebildeten, Gesteine Aenderungen ihrer Massen-Beschaffenheit erlitten? So würde, mit ziemlicher Evidenz, das erdige Wesen nicht weniger plutonischer Gebirgsarten erklärbar, so erhielten wir Aufschluß über die Natur mancher Fels-Gebilde, wovon unsere Begriffe bis jezt sehr unbestimmt und schwankend gewesen.

Erlassen Sie mir für den Augenblick die weitere Ausführung. Es muß dieselbe belehrender für Sie werden, wenn ich bei Ihnen Allen genauere Bekanntschaft mit der Natur der verschiedenen Gesteine voraussetzen darf; alsdann will ich versuchen, tiefer in den interessanten Gegenstand einzudringen.

Digitized by Google

Inhalts-Ueberſicht

des

erſten Bandes.

Erſte Vorleſung. Hülfs-Quellen der Geologie (11).
Aufſchlüſſe, durch Bergbau gewährt (12).
Beſuch von Bergwerken (13). Bergmanns-Sitten (15). Urſprung des Bergbaus (17). Auffinden von Erzen (18). Wünſchelruthe (20). Schürfen. Ueberröſchen (21). Stollen. Schachte (22). Fahrten. Treppen (23). Fahrt auf dem Knebel, in Tonnen und in Rollwagen (24). Halden. Geſenke. Strecken (27). Andreasberger Gruben (28). Markſcheiden (31). Tagebaue (32). Gruben-Beleuchtung (34). Sicherung der Gruben gegen Einſturz. Pingen (35). Bergbau unter dem Meere (36). Gruben-Wetter (39). Gefahren durch Waſſer (40). Erdbeben in Gruben verſpürt (42). Bergbau in Alpen-Höhen (43). Feſtigkeit der Geſteine (45). Arbeit mit der Keilhaue (46). Schlägel- und Eiſen-Arbeit (47). Feuer-Setzen (48). Spreng-Arbeit (49). Tiefe der Gruben (50). Unterirdiſche Straßen (53). Sprengen von Fahrbahnen in Strömen (55).

Digitized by Google

Zweite Vorleſung. Hülfs-Wiſſenſchaften der Geologie (56).
Phyſik. Chemie. Mineralogie (57).
Verſchiedenartiger Körper-Zuſtand (59). Ausdehnung. Schwere (60). Specifiſches Gewicht (61). Trägheit. Poroſität. Härte (62). Sprödigkeit. Elaſticität (63).
Unwägbare Stoffe (64).
Licht (65). Durchſichtigkeit der Mineralien (66). Farbe und Glanz (67). Phosphorescenz (68).
Wärme. Hitze. Brennen. Feuer (68). Wärmeſtoff-Temperatur (69). Wärme-Entwickelung (70). Hauptquelle der Wärme iſt die Sonne (71). Ausſtrahlen der Wärme (71). Gebundene und freie Wärme. Wärme-Fähigkeit (72). Wärmeleiter (73). Ausdehnung durch Wärme (77). Wärme-Meſſer (78). Löthrohr (82).
Elektricität (83). Leiter. Nichtleiter. Iſolirung (85). Anziehen und Abſtoßen (86). Entgegengeſetzte Elektricitäten (86). Elektricität durch Druck, Erhitzung u. ſ. w. (87).
Galvanismus (87).
Magnetismus (88). Erregung magnetiſcher Kraft (90). Kompaß. Magnetiſche Pole (91). Abweichung der Magnetnadel (92).
Thermo-Magnetismus (93).
Einfluß von Licht, Wärme u. ſ. w. auf geologiſche Phänomene (95).

Dritte Vorleſung. Chemiſche Thatſachen (96).
Elemente (96). Begriff derſelben (98). Sechszehn Elemente nahmen weſentlichen Antheil an Zuſammenſetzung der feſten Erdrinde (98).
Chemiſche Verbindungen (99).
Cohäſion (100). Adhäſion (101).
Chemiſche Anziehung (102). Affinität (104).
Auflöſung (105).
Wahl-Verwandtſchaft (106).
Gaſe (109).

Digitized by Google

Sauerſtoff (112). Waſſerſtoff (113). Vorkommen von Waſſerſtoff-Gas. Feuerbrunnen (115). Stickſtoff (116). Kohlenſtoff (117).
Schwefel (118). Geologiſche Wichtigkeit des Schwefels (119). Aus Kratern und Laven-Spalten aufſteigende Schwefel-Dämpfe (119). Schwefel als Vererzungs-Mittel (120). Vorkommen reinen Schwefels (120). Schwefel von Quellen abgeſetzt (121). Schwefel im Pflanzen- und Thierreiche (121).
Chlor (122). Chlorgas (122).
Fluor (123).
Phosphor (123).

Vierte Vorleſung. Metalle (125).
Eigenſchaften gediegener Metalle (127).
Erd-Metalle. Silicium. Aluminium. Magnium (131).
Alkali-Metalle. Kalium. Natrium. Calcium (132).
Eiſen und Mangan ſind unter den ſchweren Metallen die geologiſch-wichtigern (132).
Eiſen (132). Eigenſchaften reinen Eiſens (133). Meteoreiſen (133). Geologiſche Wichtigkeit des Eiſens (140). Techniſche Wichtigkeit des Eiſens (141). Stahl (144).
Mangan, wird nicht gediegen gefunden, iſt jedoch in geologiſcher Hinſicht bedeutend (146).
Eigenſchaften anderer gediegener Metalle (147).
Gold (147). Eigenſchaften (148). Vorkommen (149). Anwendung (150).
Geographiſche Verbreitung edler Metalle (151).
Silber (154). Eigenſchaft (155). Anwendung (156).
Kupfer (157). Merkmale und Vorkommen (158). Anwendung (159).
Queckſilber (160). Blei (163). Arſenik (165). Antimon (166). Wismuth (167). Tellur (168). Platin (169). Palladium und Osmium-Iridium (172).

Fünfte Vorleſung. Luft und Waſſer (173).
Verbindungen der Elemente unter ſich (173).

Digitized by Google

Phyſikaliſche Eigenſchaften der Luft (174). Chemiſche Natur derſelben (176). Unterirdiſche Luft (179). Chemiſche Natur des Waſſers (185). Waſſerdampf (187). Gewalt gefrierenden Waſſers (189). Geologiſche Wichtigkeit des Waſſers (191).

Sechste Vorleſung. Verbindungen von Gaſen unter ſich und mit andern Elementen (195).

Kohlenſaures Gas (191). Entſtehen deſſelben (197). Moſeten (200). Hundsgrotte (201).

Kohlen-Waſſerſtoff-Gas (204). Ausſtrömen deſſelben an der Oberfläche und in Tiefen, ewiges Feuer, ſchlagende Wetter u. ſ. w. (205). Künſtliche Darſtellung des Gaſes und Gas-Erleuchtung (210). Luft- oder Schlamm-Vulkane (212).

Schwefel-Waſſerſtoff-Gas (216).

Phosphor-Waſſerſtoff-Gas (218).

Salzſaures und ſchwefeligſaures Gas (219).

Siebente Vorleſung. Säuren. Alkalien. Salze (220).

Begriff von Säuren (220).

Schwefelſäure und ſchwefelige Säuren (221).

Vorkommen in Dämpfen und in Waſſern (222).

Salpeterſäure (224).

Phosphorſäure (224).

Chlor-Waſſerſtoff-Säure (225).

Wichtigkeit der Säuren als Reagentien (226).

Begriff der Alkalien (227).

Kali (228).

Natron (229). Kohlenſaures Natron. Natron-See'n (231). Natron- und Kali-Salpeter (233). Kochſalz. Seeſalz (236).

Lithon (238).

Ammoniak (238).

Achte Vorleſung. Erden und Erze (240).

Erden. Chemiſche Natur derſelben (241).

Kieſelerde. Eigenſchaften und geologiſche Wichtigkeit (242). Vorkommen reiner Kieſelerde (243).

Kalkerde. Geologiſche Wichtigkeit (246). Vorkommen

Digitized by Google

kohlenſaurer Kalkerde (247). Eigenſchaften reiner Kalkerde (248). Urſprung kalkiger Geſteine.
Thonerde. Geologiſche Wichtigkeit (250). Bildung von Thonen (251). Eigenſchaften reiner Thonerde (253).
Talkerde. Geologiſche Wichtigkeit (254). Vorkommen in der Natur (255).
Erze. Begriff (256). Metall-Oxyde (257). Metalle mit Schwefel verbunden (260). Metall-Oxyde mit Säuren verbunden (262).

Neunte Vorleſung. „Wachſen heutiges Tages noch Steine?“
Begriff von Geſteinen (266). Neptuniſche, plutoniſche, vulkaniſche Geſteine (267).
Erzeugniſſe des Waſſers (269). Bildungen von Quellen (269). Ueberrindende Waſſer. Carlsbad (271). Paeſtum. Terni. Tivoli (272). Kalk-Tropfſteine (276). Travertin. Kalktuff. Kalkſinter (279). Erbſenſteine (280). Kalkſtein vom Meere abgeſetzt (281). Neue Gyps-Bildungen (282). Sandſteine vom Meere abgeſetzt (284).
Geſteine, heutiges Tages noch auf vulkaniſchem Wege entſtehend (285).
Neue Mineral-Bildungen anderer Art (286).

Zehnte Vorleſung. Einfache und gemengte Geſteine. Geologiſch wichtige Mineralien.
Einfache Geſteine (289). Gemengte oder ungleichartige Geſteine. Porphyre. Conglomerate (290).
Geologiſch wichtige Mineralien (291).
Geſtalten der Mineralien (292). Kryſtalle (293). Andere Mineralien-Formen (295).
Quarz (296). Bergkryſtall (299). Gemeiner Quarz (300).
Feldſpathige Subſtanzen (301). Feldſpath (303). Albit (306). Labrador (307).
Glimmer (308). Talk und Chlorit (309).
Anwendung von Quarz, Feldſpath und Glimmer (310).
Augit und Hornblende (312).
Magneteiſen (316). Titaneiſen (318).

Digitized by Google

Eisenglanz. Eisenspath. Granat (319).
Kalkige Substanzen. Dichte Kalksteine (320). Kalkspath (321). Körniger Kalk, Dolomit, Bitterspath (325). Gyps (326). — Gebrauch von Kalk und Gyps gemacht (329). Steinsalz, Stein- und Braunkohle (331).

Eilfte Vorlesung. Die Gesteine nach Masse und Gefüge betrachtet. Lagerung der Felsarten. Merkmale neptunischer Gebilde und Altersfolge derselben.
Scheinbar gleichartige Gesteine (333).
Gefüge der Gesteine (335).
Lagerung der Gesteine (336).
Altersfolge neptunischer Gebilde (338).

Zwölfte Vorlesung. Schichtung.
Entstehen der Schichten (341).
Thier-Fährten auf Schichten (342).
Hangendes und Liegendes der Schichten (349).
Mächtigkeit, Streichen und Fallen der Schichten (350). Emporgehobene Schichten (352). Aufgerichtete Kreide-Schichten (354). Aufgerichtete Thon-Schichten (355). Gehobene Steinkohlen-Lagen (356). Schichten-Hebungen durch Versuche erläutert (357). Gestürzte, gesunkene Schichten (359). Parallelismus aufgerichteter Schichten und Wichtigkeit dieses Verhältnisses in bergmännischer Hinsicht (361).

Dreizehnte Vorlesung. Die Versteinerungen.
Allgemeine Beziehungen zum Gestein (363). Petrefakten auf Höhen und in Tiefen vorkommend (364). Verschiedenartiges fossiler Reste in Gesteinen (365). Reste von Meeres-, Süßwasser- und Landthieren (366). Geologische Wichtigkeit der Versteinerungen (368). In Gestein-Klüften lebende Kröten (369). Weiche Thier-Theile im Boden begraben (374). Begriff von Versteinerungen (376). Versteinerungs-Mittel (377). Versteinerungs-Prozeß (378). Abdrücke, Abgüsse, Spurensteine (381). Steinkerne. Calcinirte Reste (382). Speciellere Beziehungen der Petrefakten zum Gestein (383).

Digitized by Google

Vierzehnte Vorlesung. Urbilder der Versteinerungen.
Irrige Ansichten früherer Zeit (385). Naturspiele (386). Riesen-Greif (388). Ueberbleibsel Teutobochs (389). Reste gefallener Engel (389). Genien- und Giganten-Gebeine (390). Scheuchzers urweltlicher Mensch (391). Der versteinerte Reiter (392).
Untergegangene Urbilder (393). Phantastische und mythologische Thiere (394).
Wahre Urbilder der Versteinerungen (395). Mollusken (396). Zoophyten. Fische (397). Infusorien (400). Reptilien. Vögel (401). Insekten. Krusten-Thiere (402). Cetaceen. Dickhäutige Thiere. Mammut (403). Mastodon (405). Rhinoceros. Hippopotamus (406). Dinotherium. Paläotherium (407). Anoplotherium. Hirsch. Ochs (408). Sivatherium. Raubthier-, Nagethier-, Faulthier-Reste (409).
Fossile Pflanzen (410). Pflanzen nach Klima und Boden verschieden (411). Fossiler Zustand der Pflanzen (413). Perioden fossiler Floren (414).

Fünfzehnte Vorlesung. Feuer-Gebilde. Merkmale derselben im Gegensatze neptunischer Ablagerungen. Eingeschlossene Gestein-Trümmer. Reibungs-Flächen.
Abwesenheit der Versteinerungen in Feuer-Gebilden (417). Mangelnde Schichtung und unbestimmte Alters-Verhältnisse (421).
Gestein-Gänge (422).
Eingeschlossene Gestein-Bruchstücke (423).
Reibungs-Flächen (424).
Polirende Wirkungen von Fluthen (428).
Polirende Wirkungen von Eismassen (431).

Sechszehnte Vorlesung. Massen-Beschaffenheit der Feuer-Erzeugnisse. Bildung von Mineralien durch Kunst. Erfahrungen bei Schmelz-Versuchen mit vulkanischen Gesteinen verschiedener Art. Aenderungen, welche plutonische Felsarten erlitten.

Digitized by Google

Bildung künſtlicher Mineralien (434). Mineralien in Laboratorien erzeugt 436). Mineralien in Schmelz-Hütten gebildet (437). Feldſpath (438). Glimmer (439). Augit (440). Magneteiſen (441). Quarz (441). Schmelz-Verſuche mit vulkaniſchen Geſteinen angeſtellt (442). James Hall's Experimente (443).
Einfluß von Elektricität bei Kryſtall-Bildungen (444). Andrew Croße's Experimente (444).
Aenderungen, die plutoniſche Geſteine erlitten (445).

Zur Erläuterung der Tafeln.

Tafel I.
Fig. 1. Durchſchnitts-Riß der Gruben zu St. Andreasberg auf dem Harze (Seite 22, 27, 28 und 51).
Fig. 2. Pinge bei Falun in Schweden und Durchſchnitts-Riß der Kupfer-Gruben (S. 35).
Seite 22.

Tafel II.
Fig. 1. Keilhauen-Arbeit (S. 46).
Fig. 2. Schlägel- und Eiſen-Arbeit (S. 47).
Fig. 3. Spreng-Arbeit (S. 49).
Fig. 4. Fahrt im Rollwagen (S. 24).
Fig. 5. Doppel-Leitern, zum Hinauf- und Hinabfahren in Schachte (S. 23).
Fig. 6. Fahrt auf dem Knebel (S. 24).
Seite 24.

Tafel III.
Fig. 1. Darſtellung verſchiedener bergmänniſcher Baue und Arbeiten (S. 22 und 48).
Fig. 2. Eiſen-Gruben von Dannemora in Schweden (S. 32).
Fig. 3. Fahrt in der Tonne in Schwediſchen Bergwerken (S. 25 und 35).
Seite 32.

Tafel IV.
Fig. 1. Persberger Tagebau in Schweden (S. 33).
„ 2. Felſen-Gewölbe im Tiefſten der Persberger Gruben (S. 34).
Seite 34.

Digitized by Google

Tafel V.	Fig. 1. Bergbau unter dem Meere in der Nähe des Hafens von Penzanze (S. 37). Fig. 2. Feuerſetzen im Rammels-Berge bei Goslar (S. 48). Fig. 3. Unterirdiſche Schifffahrt in der tiefen Waſſer-Strecke zu Clausthal (S. 27).	Seite 38.
Tafel VI.	Fig. 1. Siberiſches Meteoreiſen (S. 135). „ 2. Die „Widtmannſtädten'ſchen Figuren“ (S. 135). Fig. 3, 4, 5 und 6. Drahtförmige und andere Geſtalten des Gediegen-Silbers (S. 154).	Seite 135.
Tafel VII.	Fig. 1. Hunds-Grotte bei Neapel (S. 201). „ 2. Luft-Vulkane bei Turbaco (S. 214).	Seite 200.
Tafel VIII.	Fig. 1. Tropfſtein-Säulen in der Grotte des Montſerrat (S. 277). Fig. 2. Cascade des Teverone bei Tivoli mit ihren Tuff- und Travertin-Ablagerungen (S. 273).	Seite 273.
Tafel IX.	Fig. 1. Geſchichtete Felsmaſſen am Geneßee-Fluſſe in Nord-Amerika (S. 341). Fig. 2. Geſunkene und geſtürzte Schichten in Pembrokeshire (S. 360).	Seite 341.
Tafel X.	Fig. 1. Thier-Fährten auf Sandſtein bei Hildburghauſen (S. 345). Fig. 2. Dergleichen von den Ufern des Connecticut (S. 345).	Seite 345.
Tafel XI.	Aufgerichtete Kreide-Lagen an der Küſte von Dorſetshire.	Seite 352.
Tafel XII.	Fig. 1 und 2. Wellen-artige Biegungen der Thonſchiefer-Schichten an der Schottiſchen Küſte (S. 358). Fig. 3, 4 und 5 zu Hall's Verſuchen die Schichten-Hebungen betreffend (S. 358 und 359).	Seite 358.
Tafel XIII.	Scheuchzer's urweltlicher Menſch.	Seite 391.

Digitized by Google

Tafel XIV. Fig. 1. Feldſtein-Porphyr-Gang, durch Thonſchiefer aufgeſtiegen, bei St. Agnes in Cornwall.
Fig. 2. Jurakalk-Lagen bei Hohen-Neuffen in der Schwäbiſchen Alp von Baſalt durchbrochen.
Fig. 3. Gang-artiges Eindringen von jüngerem Granit in ältern; Gegend von Carlsbad.
Seite 422.

(Da, der nöthigen Raum-Erſparniß und anderer Rückſichten wegen, oft mehrere Gegenſtände auf einer Tafel ihre Stelle finden mußten, ſo war keine Anordnung der einzelnen Bilder in genauer Folge nach dem Texte möglich.)

☞ Der Buchbinder hat Sorge zu tragen, daß die Tafeln den bezeichneten Seiten gegenüber eingeheftet werden; z. B. Tafel I Seite 22 gegenüber, Tafel II Seite 24 gegenüber u. ſ. w.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google